100 великих чудес техники

Сергей Анатольевич Мусский

- 100 великих

- Введение
- НАУКА И ПРОМЫШЛЕННОСТЬ
  - Конвертеры
  - Дуговые электроплавильные печи
  - Прокатные станы
  - Солнечные электростанции
  - Ветроэлектростанции
  - Ядерные реакторы на быстрых нейтронах
  - Термоядерная установка
  - Первая океанская электростанция
  - Печатные машины
  - Зерноуборочные комбайны
  - Микромеханика
  - Фуллерены
  - Сканирующий зондовый микроскоп
  - Микроскопы на поверхностных плазмонах
  - Ускорители заряженных частиц
  - Голография
  - Тепловизорная диагностика
  - Сверхглубокое бурение скважин
  - Глубоководный обитаемый подводный аппарат «Мир»
  - Ледокол «Арктика»
  - Волоконно-оптические линии связи
  - Навигационная система GPS
  - Нейрокомпьютеры
  - Суперкомпьютеры
- МЕДИЦИНА
  - Люстра Чижевского

- Искусственные органы человека
- Томографы
- Лазер-хирург
- Биочип
- «Генное ружье»

- СООРУЖЕНИЯ
  - Плотины
  - Судоходные каналы
  - Транссибирская магистраль
  - Мост Голден-Гейт
  - Туннель под Ла-Маншем
  - Башня Си-Эн Тауэр в Торонто
  - Шанхайский банк
  - Аэропорт Кансай
  - Мост Сэто-Охаси
  - Отель «Бурдж-эль-Араб»
- КОСМОС
  - Ракета-носитель «Протон»
  - Космический корабль «Союз»
  - Космический корабль «Апполон-11»
  - Луноход-1
  - Автоматические межпланетные станции «Вояджер»
  - Космический корабль многоразового использования «Шаттл»
  - Орбитальная станция «Мир»
  - Телескоп «Хаббл»
  - Космическая лаборатория «Марс патфайндер»
  - Международная космическая станция
  - Космодромы
  - Морской старт
  - Электромагнитный двигатель
- ВООРУЖЕНИЕ
  - Автомат Калашникова
  - Современные танки
  - Многофункциональный истребитель С-37 «Беркут»
  - Стратегический бомбардировщик В-2
  - Вертолет КА-52 «Аллигатор»
  - Самолет дальнего радиолокационного обнаружения «Боинг» Е-3

- Самая мощная бомба
- Управляемые авиационные бомбы
- Атомные авианосцы типа «Нимиц»
- Атомные подводные лодки
- Противокорабельный комплекс «Москит»
- Межконтинентальные баллистические ракеты
- Зенитно-ракетный комплекс С-300
- Системы противоракетной обороны
- Несмертельное оружие

- ТРАНСПОРТ
  - Современные аэростаты
  - Сверхзвуковой пассажирский лайнер «Конкорд»
  - Транспортный самолет «Руслан»
  - Самолет «Вояджер»
  - Пассажирский лайнер «Боинг-777»
  - Многоцелевой самолет-амфибия Бе-200
  - Океанские яхты класса W-60
  - Суда на воздушной подушке
  - Экраноплан
  - Современные круизные лайнеры
  - Электровоз ВЛ85
  - Высокоскоростной поезд TGV
  - Магнитопланы
  - Метрополитен
  - Современный легковой автомобиль
  - Автомобили на альтернативном топливе
  - Машина «Формулы-1»
  - Реактивный автомобиль TRUST SSC
  - Современные велосипеды
  - Современные мотоциклы
- БЫТОВАЯ ТЕХНИКА
  - Домашние роботы
  - Цифровая фотокамера
  - Современные часы
  - Цифровое спутниковое телевидение
  - Современные телевизоры
  - Принтеры
  - Сканеры

- Сотовая связь
- «Умный дом»
- Карманный компьютер
- Мобильный интернет
- MP3-плейер

Сергей Мусский
100 великих чудес техники

Введение

«Техника, – по определению „Энциклопедического словаря юного техника", – это совокупность устройств и приемов, применяемых человеком в производственной и непроизводственной деятельности для облегчения и ускорения трудовых процессов, техника – это машины, станки, приборы, инструменты и др., это здания и сооружения, дороги и каналы, средства общественного транспорта; это и непроизводственное оборудование и инструменты: коммунальное оборудование, холодильники, кухонные и стиральные машины, пылесосы; средства транспорта и связи личного пользования и т д. К понятию „техника" относится и технология: совокупность наиболее эффективных приемов, методов, способов использования оборудования и других технических средств для обработки сырья, материалов и изделий и получения полуфабрикатов и готовой продукции».

Уже самые древние люди умели делать простейшие технические приспособления. Постепенно, вместе с развитием техники, изменялся и сам человек. Особенно значительные изменения произошли в XX веке. Очевидно, что развитие техники с каждым годом идет все быстрее. Такое ускорение технического прогресса несет человеку не только радости, но и создает множество проблем, нередко очень серьезных.

Как считает Алоиз Хунинг, профессор Дюссельдорфского университета: «Задача техники – преобразовывать природу и мир человека в соответствии с целями, поставленными людьми на основе их нужд и желаний. Лишь редко люди могут выжить без своей преобразующей деятельности. Без техники люди не смогли бы справиться с окружающей их природной средой. Техника, следовательно, – это необходимая часть человеческого существования на протяжении всей истории».

Однако, «если человек лишь Homo Faber (человек делающий), тогда он крайне опасен. Homo Faber – полезная составная часть человека, только если и поскольку человек признан как Homo Sapiens (человек разумный)».

И дело не только в развитии военной техники – техники уничтожения,

которая, как ни парадоксально, очень часто становилась и двигателем прогресса. К примеру, ракета «Восток», на которой Юрий Гагарин первым в мире полетел в космос, – это вариант межконтинентальной баллистической ракеты Р-7А.

Дело и в другом. Один из основателей крупнейшей компании Силиконовой долины «Sun Microsystems Inc.» Билл Джой выступил с резкой критикой безостановочного развития технологий. Джой призвал ученых к этике, которая бы ограничивала «жажду знаний» в некоторых особо опасных направлениях. Впервые о сдерживании прогресса заговорил не представитель «зеленых», а ведущий специалист по высоким технологиям.

«Мы влетаем в новый век без плана, без контроля, без тормозов, – пишет Джой. – Момент, когда мы уже не сможем контролировать ситуацию, быстро приближается»

По мнению ученого, изложенному в статье «Почему мы не нужны будущему», есть три направления, в которых человечество ожидают наиболее опасные катаклизмы. Это интеллектуальные роботы, генная инженерия и нанотехнологии. Джой предсказывает появление абсолютно нового класса проблем, которые будут связаны с возможностью быстрого размножения ошибок именно в этих трех областях. Это могут быть быстро эволюционирующие роботы, которые за ближайшие тридцать лет достигнут почти человеческого уровня интеллекта и будут бороться с человеком за ресурсы, либо новые болезни, созданные генной инженерией для выборочного поражения отдельных групп людей (например, по национальному признаку), либо самовоспроизводящиеся наномеханизмы, способные привести к массовым разрушениям.

«Единственное решение, которое я вижу, – это ограничение развития опасных технологий, ограничение стремления к знаниям в некоторых сферах», – считает Джой. И хотя развитие программного обеспечения приносит пользу человечеству, теперь он может представить себе день, когда по моральным соображениям прекратит такую работу. По его мнению, пример контроля над ядерным и биологическим оружием показал верный путь самосохранения человечества, и сейчас пришло время снова задуматься, чем грозит людям современная наука. Остается надеяться, что разум победит!

НАУКА И ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Конвертеры

В 1855 году англичанин Генри Бессемер провел интереснейший опыт: он расплавил в тигле кусок доменного чугуна и продул его воздухом. Хрупкий чугун превратился в ковкую сталь. Все объяснялось очень просто – кислород воздуха выжигал углерод из расплава, который удалялся в атмосферу в виде

оксида и диоксида. Впервые в истории металлургии для получения продукта не требовался дополнительный подогрев сырья. Это и понятно, ведь Бессемер реализовал экзотермическую реакцию горения углерода. Процесс был удивительно быстротечен. В пудлинговой печи сталь получали лишь за несколько часов, а здесь – за считанные минуты. Так Бессемер создал конвертер – агрегат, превращающий расплавленный чугун в сталь без дополнительного нагрева. Д.И. Менделеев назвал бессемеровские конвертеры печами без топлива. А поскольку по форме агрегат Бессемера напоминал грушу, его так и называли – «бессемеровская груша».

В бессемеровском конвертере можно переплавлять не всякий чугун, а только такой, в составе которого имеются кремний и марганец. Соединяясь с кислородом подаваемого воздуха, они выделяют большое количество теплоты, которая и обеспечивает быстрое выгорание углерода. Все же теплоты не хватает, чтобы расплавлять твердые куски металла. Поэтому в бессемеровском конвертере нельзя перерабатывать железный лом или твердый чугун. Это резко ограничивает возможности его применения.

Бессемеровский процесс – быстрый, дешевый и простой способ получения стали, но есть у него и большие недостатки. Поскольку химические реакции в конвертере идут очень быстро, то углерод выгорает, а вредные примеси – сера и фосфор – остаются в стали и ухудшают ее свойства. Кроме того, при продувке сталь насыщается азотом воздуха, а это ухудшает металл. Вот почему, как только появились мартеновские печи, бессемеровский конвертер стал редко употребляться для выплавки стали. Гораздо больше конвертеры использовали для выплавки цветных металлов – меди и никеля.

Сегодняшний конвертер, конечно, можно в определенном смысле называть потомком бессемеровского детища, ибо в нем, как и прежде, сталь получают, продувая жидкий чугун. Но уже не воздухом, а технически чистым кислородом. Это оказалось намного эффективнее.

Кислородно-конвертерный способ выплавки стали пришел в металлургию более чем полвека назад. Созданный в Советском Союзе по предложению инженера-металлурга Н.И. Мозгового, он полностью вытеснил бессемеровский процесс А первая в мире тонна кислородно-конвертерной стали была успешно выплавлена в 1936 году на киевском заводе «Большевик».

Оказалось, что таким способом можно не только перерабатывать жидкий чугун, но и добавлять в него значительные количества твердого чугуна и железного лома, который раньше можно было перерабатывать только в мартеновских печах. Вот почему кислородные конвертеры получили такое большое распространение.

Но только в 1950-е годы конвертеры для выплавки стали окончательно выдвинулись на первый план. Степень использования тепла в кислородном конвертере гораздо выше, чем в сталеплавильных агрегатах подового типа. Тепловой коэффициент полезного действия конвертера составляет 70 процентов, а у мартеновских печей не более 30. Кроме того, газы отходящие

из конвертера, используются при дожигании в котлах-утилизаторах, или как топливо при отводе газов из конвертера без дожигания.

Существует три вида конвертеров: с донной продувкой, верхней и комбинированной. В настоящее время наиболее распространенными в мире являются конвертеры с верхней продувкой кислородом – агрегаты весьма производительные и относительно простые в эксплуатации. Однако в последние годы во всем мире конвертеры с донным и с комбинированным (сверху и снизу) дутьем начинают теснить конвертеры с верхней продувкой.

Рассмотрим устройство кислородного конвертера с верхней продувкой. Средняя часть корпуса конвертера цилиндрической формы, стены ванны сферической формы, днище плоское. Верхняя шлемная часть конической формы. Кожух конвертера выполняют из стальных листов толщиной 30-90 миллиметров. В конвертерах садкой до 150 тонн днище отъемное, крепят его к корпусу болтами, что облегчает ремонтные работы. При садке 250—350 тонн конвертер делают глуходонным, что вызвано необходимостью создания жесткой конструкции корпуса, гарантирующей от случаев прорыва жидкого металла.

Корпус конвертера крепят к специальному опорному кольцу, к которому приваривают цапфы. Одна из цапф через зубчатую муфту соединена с механизмом поворота. В конвертерах вместимостью больше двухсот пятидесяти тонн обе цапфы являются приводными. Конвертер цапфами опирается на подшипники, установленные на станинах. Механизм поворота позволяет вращать конвертер вокруг горизонтальной оси.

Корпус и днище конвертера футеруют огнеупорным кирпичом. Подача кислорода в ванну конвертера для продувки металла осуществляется через специальную фурму, вводимую в горловину конвертера.

Первой операцией конвертерного процесса является загрузка скрапа. Конвертер наклоняют на некоторый угол от вертикальной оси и специальным коробом-совком вместимостью через горловину загружают в конвертер скрап – железный и стальной лом. Обычно загружают 20-25 процентов скрапа на плавку. Если скрап не подогревают в конвертере, то затем сразу же заливают жидкий чугун. После этого конвертер устанавливают в вертикальное положение, через горловину в конвертер вводят кислородную фурму.

Для наводки шлака в конвертер по специальному желобу вводят шлакообразующие материалы: известь и в небольшом количестве железную руду и плавиковый шпат.

После окисления примесей чугуна и нагрева металла до заданных величин продувку прекращают, фурму из конвертера удаляют и сливают металл и шлак в ковши. Легирующие добавки и раскислители вводят в ковш.

Продолжительность плавки в хорошо работающих конвертерах почти не зависит от их вместимости и составляет 45 минут, продолжительность продувки – 15-25 минут. Каждый конвертер в месяц дает 800—1000 плавок. Стойкость конвертера – 600—800 плавок.

Движение металла в конвертере весьма сложное, помимо кислородной струи, на жидкую ванну воздействуют пузыри оксида углерода. Процесс перемешивания усложняется еще и тем, что шлак проталкивается струей газа в толщу металла и перемешивается с ним. Движение ванны и вспучивание ее выделяющимся оксидом углерода приводят значительную часть жидкого расплава в состояние эмульсии, в которой капли металла и шлака тесно перемешаны друг с другом. В результате этого создается большая поверхность соприкосновения металла со шлаком, что обеспечивает высокие скорости окисления углерода.

Конвертеры с донной продувкой кислородом из-за меньшего угара железа позволяют получить больший (на 1,5-2 процента) выход годной стали по сравнению с конвертерами с верхней продувкой. Плавка в 180-тонном конвертере с донной продувкой длится 32-39 минут, продувка – 12-14 минут, то есть производительность выше, чем у конвертеров с верхней продувкой. Однако необходимость промежуточной замены днищ нивелирует это различие в производительности.

Первые конвертеры с донной продувкой за рубежом были построены в 1966—1967 годах. Необходимость создания такого конвертера обусловлена, в основном, двумя причинами. Во-первых, необходимостью переработки чугунов с повышенным содержанием марганца, кремния и фосфора, поскольку передел такого чугуна в конвертерах с верхней продувкой сопровождается выбросами металла в ходе продувки и не обеспечивает должной стабильности химического состава готовой стали. Во-вторых, тем, что конвертер с такой продувкой является наиболее приемлемой конструкцией, позволяющей осуществить реконструкцию существующих бессемеровских и томасовских цехов, и вписывается в здание существующих мартеновских цехов. Этому конвертеру свойственно наличие большого числа реакционных зон, интенсивное окисление углерода с первых минут плавки, низкое содержание оксидов железа в шлаке. В силу специфики работы сталеплавильной ванны при донной продувке в конвертерах подобного типа выход годного несколько выше, чем в других конвертерах, а запыленность отходящих газов ниже.

В конвертерах с донной продувкой, имеющих большое число фурм, все технологические процессы протекают интенсивнее, чем в конвертерах с верхней продувкой Однако общая производительность конвертеров с донной продувкой не превышает значительно таковую для конвертеров с верхней продувкой по причине ограниченной стойкости днищ.

Чтобы предохранить кладку днища конвертера от действия высоких температур, фурму делают в виде двух коаксиальных трубок – по центральной подается кислород, а по периферийной – какое-либо углеводородное топливо, чаще всего природный газ. Таких фурм обычно 16-22. Большое число более мелких фурм обеспечивает лучшее перемешивание ванны и более спокойный ход плавки.

Струя топлива отделяет реакционную зону от днища, снижает температуру

около днища в месте выхода кислородных струй за счет отбора тепла на нагрев топлива, крекинг и диссоциации составляющих топлива и продуктов их окисления. Охлаждающий эффект, кроме того, обеспечивается пылевидной известью, которая подается в струю кислорода. Таким образом, продувка расплавленного металла несколькими струями кислорода снизу создает ряд благоприятных особенностей в работе конвертера. Обеспечивается большее число реакционных зон и большая межфазная поверхность контакта кислородных струй с металлом. Это позволяет увеличить интенсивность продувки, повысить скорость окисления углерода. Улучшается перемешивание ванны, повышается степень использования кислорода. В результате появляется возможность расплавления больших по массе кусков скрапа. Лучшая гидродинамика ванны обеспечивает более ровный и спокойный ход всей плавки, практически исключает выбросы. В силу этого в конвертерах с донной продувкой можно перерабатывать чугуны с повышенным содержанием марганца и фосфора.

Стремление повысить производительность агрегатов одновременно с необходимостью повысить однородность состава и температуры металла при возможности изготовления сталей широкого диапазона привело к использованию комбинированной продувки при относительно небольшом (по сравнению только с донной продувкой) количестве газов, вдуваемых через фурмы, установленные в днище конвертера. В последнее время появилось два основных варианта такого процесса, когда снизу подают кислород или инертные газы с целью обеспечить интенсивное перемешивание ванны и ускорить процесс удаления примесей. При этом, как и при донной продувке, снизу вместе с газами может подаваться пылевидная известь. По такому важному показателю, как возможный расход скрапа, конвертеры с верхней, донной и комбинированной продувкой оказываются приблизительно на одном уровне, при несколько более высоком выходе годного при донной продувке.

В настоящее время в мире применяется и разрабатывается много различных методов комбинированной продувки расплавленной ванны, рационально сочетающих верхнюю и донную продувку, причем в последней используется как кислород, так и инертные газы (аргон, азот).

В кислородно-конвертерном процессе с верхней продувкой достаточно интенсивное перемешивание достигается только в середине плавки при интенсивном окислении углерода. В начале и в конце плавки перемешивание недостаточно, что затрудняет глубокое рафинирование металла от серы и фосфора. Комбинированная подача кислорода через верхнюю и донные фурмы еще более, чем при одной донной продувке, ускоряет процесс окисления углерода и повышает производительность конвертера.

По сравнению с чисто донной продувкой в случае комбинированного процесса в сопоставимых условиях температура металла выше. Кроме того, при комбинированной продувке уменьшение расхода кислорода через верхнюю фурму снижает пылеобразование и разбрызгивание.

И еще одно преимущество кислородных конвертеров: здесь все процессы механизированы и автоматизированы, все чаще управление конвертерами поручается компьютерам.

Дуговые электроплавильные печи

Вся история металлургии – это борьба за качество, за улучшение физических и механических свойств металла. А ключ к качеству – химическая чистота. Даже крохотные примеси серы, фосфора, мышьяка, кислорода, некоторых других элементов резко ухудшают прочность и пластичность металла, делают его хрупким и слабым. А все эти примеси находятся в руде и коксе, и избавиться от них трудно. Во время плавки в доменной печи и в мартеновской печи основная часть примесей переводится в шлак и вместе с ним удаляется из металла. Но в тех же домнах и мартенах в металл попадают вредные элементы из горючих газов и ухудшают его свойства. Получить действительно высококачественную сталь помогла электрометаллургия, отрасль металлургии, где металлы и их сплавы получают с помощью электрического тока. Это относится не только к выплавке стали, но и к электролизу металлов и, в частности, расплавленных их солей – например, извлечению алюминия из расплавленного глинозема.

Основную массу легированной высококачественной стали выплавляют в дуговых электрических печах.

В дуговых сталеплавильных печах и плазменно-дуговых печах (ПДП) теплогенерация возникает за счет энергетических преобразований дугового разряда, происходящего в воздухе, парах расплавляемых материалов, инертной атмосфере или иной плазмообразующей среде.

Согласно общей теории печей М.А. Глинкова дуговые сталеплавильные и плазменно-дуговые печи представляют собой печи-теплообменники с радиационным режимом работы, поскольку энергетические условия на границе зоны технологического процесса, то есть на зеркале ванны жидкого металла, создают электрические дуги и огнеупорная футеровка рабочего пространства. Кроме этого, в дуговых сталеплавильных печах вертикально расположенные графитированные электроды создают неравномерное излучение дуг, зависящее от диаметра электродов и параметров электрического режима.

По условиям теплообмена между дугами, поверхностями рабочего пространства и металлом, особенностям электрофизических процессов дугового разряда, энергетическому и электрическому режимам всю плавку в дуговых печах от начала расплавления твердой металлошихты до слива жидкого металла делят на этапы.

Перед началом плавки куполообразный свод печи поднимают, отводят в сторону и загружают сверху в печь шихтовые материалы. Затем свод ставят на

место, через отверстия в нем опускают в печь электроды и включают электрический ток. Чугун, железный лом и другие материалы начинают быстро плавиться.

По мере оплавления шихты под электродами и вокруг них образуются «колодцы», в которые опускаются дуги и электроды. Наступает этап «закрытого» горения дуг, когда плавление шихты происходит в «колодцах», снизу путем теплопередачи излучением на близлежащие слои шихты и теплопроводностью через слой жидкого металла, накопившегося на подине. Холодная шихта на периферии рабочего пространства нагревается за счет тепла, аккумулированного футеровкой: при этом температура внутренней поверхности футеровки интенсивно снижается с 1800—1900 до 900—1000 градусов Кельвина. На этом этапе футеровка рабочего пространства экранирована от излучения дуг, поэтому целесообразно обеспечить максимальную тепловую мощность с учетом электротехнических возможностей печного трансформатора.

Когда количества наплавленного жидкого металла будет достаточно для заполнения пустот между кусками твердой шихты, электрические дуги открываются и начинают гореть над зеркалом металлической ванны. Наступает этап «открытого» горения дуг, при котором происходит интенсивное прямое излучение дуг на футеровку стен и свода, температура повышается со скоростью до 30-100 градусов Кельвина в минуту и возникает необходимость снижения электрической мощности дуг в соответствии с тепловоспринимающей способностью футеровки.

Современные дуговые сталеплавильные печи работают на трехфазном токе промышленной частоты. В дуговых печах прямого действия электрические дуги возникают между каждым из трех вертикальных графитированных электродов и металлом. Футерованный кожух в дуговых сталеплавильных печах имеет сфероконическую форму. Рабочее пространство перекрыто сверху купольным сводом. Кожух установлен на опорной конструкции с гидравлическим (реже с электромеханическим) механизмом наклона печи. Для слива металла печь наклоняют на 40-45 градусов, для скачивания шлака – на 10-15 градусов (в другую сторону). Печи оборудованы механизмами подъема и поворота свода – для загрузки шихты через верх печи, передвижения электродов – для изменения длины дуги и регулирования мощности, вводимой в печь. Крупные печи оборудованы устройствами для электромагнитного перемешивания жидкого металла в ванне, системами удаления и очистки печных газов.

Отечественные плазменно-дуговые печи имеют вместимость от 0,5 до 200 тонн, мощность – от 0,63 до 125 МВт. Сила тока на мощных и сверхмощных плазменно-дуговых печей достигает 50-100 кА.

В зависимости от технологического процесса и состава шлаков футеровка плазменно-дуговых печей может быть кислая (при выплавке стали для фасонного литья) или основная (при выплавке стали для слитков).

Особенностью конструкции плазменно-дуговых печей с огнеупорной футеровкой как разновидности плавильных ванных печей дугового нагрева является наличие одного или нескольких плазмотронов постоянного тока и подового электрода – анода. Для сохранения атмосферы плазмообразующего газа рабочее пространство плазменно-дуговых печей герметизируется с помощью специальных уплотнений. Наличие водоохлаждаемого электрода в подине создает опасность взрыва, поэтому плазменно-дуговые печи снабжают системой контроля состояния футеровки подины и сигнализацией, предупреждающей о проплавлении подового электрода жидким металлом.

В настоящее время работают плазменно-дуговые печи с огнеупорной футеровкой вместимостью от 0,25 до 30 тонн мощностью от 0,2 до 25 МВт. Максимальная сила тока – до 10 кА.

Наиболее энергоемким периодом плавки в печах обоих типов является период плавления. Именно тогда потребляется до 80 процентов общего расхода энергии, причем в основном электрической. Длительность всей плавки в зависимости от принятой технологии выплавки электростали может быть 1,5-5 часов. Электрический коэффициент полезного действия дуговых сталеплавильных печей составляет 0,9-0,95, а тепловой – 0,65-0,7. Удельный расход электрической энергии составляет 450—700 кВт-ч на тонну, снижаясь за счет уменьшения удельной теплоотдающей поверхности для более крупных дуговых сталеплавильных печей.

Плазменно-дуговые печи имеют более низкие показатели. Электрический коэффициент полезного действия у них равен 0,75-0,85. Это объясняется дополнительными потерями в плазмотроне при формировании плазменной дуги. Тепловой же – около 0,6, так как возникают дополнительные потери в водоохлаждаемых элементах конструкции. Особенностью эксплуатации плазменно-дуговых печей является использование дорогостоящих плазмообразующих газов, что вызывает необходимость создания систем регенерации отработанных газов и применения технологически приемлемых дешевых газовых смесей.

Новые возможности в сталеплавильном производстве появились в связи с успешным освоением в конце 1980-х годов донного (через подину) выпуска металла из дуговых электропечей. Такая система выпуска была успешно реализована, например, в сталеплавильном цехе завода фирмы «Тиссен шталь» в Оберхаузене (ФРГ), на 100-тонных печах завода в Фридриксферке (Дания) и др. Они могут довольно длительное время работать в непрерывном режиме, например, датские 100-тонные агрегаты – в течение недели. При выпуске плавки, который длится не более 2 минут, печь наклоняется всего на 10-15 градусов вместо 40-45 градусов (для обычных агрегатов). Это позволяет почти полностью заменить огнеупорную футеровку стен водоохлаждаемыми панелями, резко сократить расход различных материалов и электроэнергии, производить полную отсечку печного шлака.

Как это ни удивительно на первый взгляд, современная дуговая

сталеплавильная печь сверхвысокой мощности имеет удельный расход энергии значительно более низкий, чем мартеновская печь. К тому же труд сталевара мартеновской печи значительно тяжелее и утомительнее работы конверторщика или электросталеплавильщика.

Прокатные станы

Прокатный стан – это машина для обработки металлов давлением между вращающимися валками. После того как сталевары отлили слиток, этот огромный брусок стали нужно превратить в изделия – в кузов автомобиля, железнодорожный рельс или строительную балку. Но для этого нужно, чтобы слиток принял удобную для изготовления деталей форму – либо длинного бруса с поперечным сечением в виде квадрата, круга, балки, либо стального листа или проволоки и т д. Эти различные формы слиток и принимает на прокатных станах.

Прокатка в горячем состоянии стала использоваться лишь в начале XVIII века, причем сначала этим способом готовились более или менее тонкие железные листы, но уже с 1769 года начали подобным образом прокатывать проволоку. Первый прокатный стан для железных болванок был предложен английским изобретателем Кортом, когда он разрабатывал метод пудлингования. Корт первым догадался, что при изготовлении некоторых изделий рациональнее поручить молоту только отжимку шлаков, а окончательную форму придавать путем прокатки.

В 1783 году Корт получил патент на изобретенный им способ проката фасонного железа с помощью особых вальцов. Из пудлинговой печи крица поступала под молот, здесь она проковывалась и получала первоначальную форму, а затем пропускалась через вальцы. Этот способ потом стал очень распространенным.

Однако лишь в XIX столетии техника проката была поставлена на должную высоту, что во многом было связано с интенсивным строительством железных дорог. Тогда были изобретены прокатные станы для производства рельсов и вагонных колес, а потом и для многих других операций.

Устройство прокатного стана в XIX веке было несложным. Вращающиеся в противоположные стороны валки захватывали добела раскаленную металлическую полосу и, сжимаясь большей или меньшей силой, проводили ее между своими поверхностями. Таким образом, металл изделия подвергался сильному обжатию при высокой температуре и заготовка приобретала необходимую форму. При этом, например, железо получало свойства, которые не имело от природы. Отдельные зерна металла, которые до прокатки располагались в его массе в беспорядке, в процессе сильного обжатия вытягивались и образовывали длинные волокна. Мягкое и ломкое железо становилось после этого упругим и прочным.

К концу столетия техника проката настолько усовершенствовалась, что этим способом стали получать не только сплошные, но и пустотелые изделия. В 1885 году братья Меннесманы изобрели способ прокатки бесшовных железных труб. До этого трубы приходилось изготовлять из железного листа, – их сгибали и сваривали. Это было и долго, и дорого. На стане Меннесманов круглую болванку пропускали между двумя косо друг к другу поставленными валками, действовавшими на нее двояким образом. Во-первых, вследствие сил трения между валками и заготовкой последняя начинала вращаться. Во-вторых, из-за формы валков точки средней их поверхности вращались быстрее крайних. Поэтому, из-за косого расположения валков заготовка как бы ввинчивалась в пространство между ними. Если бы болванка была твердой, она бы не смогла пройти. Но так как ее предварительно сильно разогревали до белого каления, металл заготовки начинал скручиваться и вытягиваться, а в осевой зоне проходило его разрыхление – возникала полость, которая постепенно распространялась по всей длине заготовки. Пройдя через валки, заготовка насаживалась на специальный стержень (оправку), благодаря чему внутренней полости предавалось правильное круглое сечение. В результате выходила толстостенная труба.

Чтобы уменьшить толщину стенок, трубу пропускали через второй так называемый пилигримный прокатный стан. Он имел два валка переменного профиля. При прокатке трубы расстояние между валками сначала постепенно уменьшалось, а затем делалось больше диаметра трубы.

Каково же устройство современных прокатных станов? Слиток обычно проходит через несколько прокатных станов. Первый из них – блуминг или слябинг. Это самые мощные прокатные станы. Их называют обжимными, потому что их назначение – обжать слиток, превратить его в длинный брус (блум) или пластину (сляб), из которых потом на других станах будут изготовлены те или иные изделия.

Блуминги и слябинги – исполинские машины. Производительность современных блумингов и слябингов – порядка 6 миллионов тонн слитков в год, а масса слитков – от 1 до 18 тонн.

Перед обжимом слитки необходимо хорошо прогреть. Их выдерживают от четырех до шести часов в нагревательных колодцах при 1100—1300 градусов Цельсия. Затем слитки краном вынимают и кладут на электрическую тележку – электрокар, который и подает их к блумингу или слябингу.

У блуминга – два огромных валка. Верхний может подниматься и опускаться, уменьшая или увеличивая просвет между собой и нижним валком.

Раскаленный слиток, пройдя через валки, попадает на рольганг – транспортер из вращающихся роликов. Оператор непрерывно меняет направление вращения валков блуминга и роликов рольганга. Поэтому слиток движется через валки то вперед, то назад, и каждый раз оператор все больше уменьшает зазор между валками, все сильнее обжимая слиток. Через каждые 5-6 проходов специальный механизм – кантователь переворачивает слиток на

90 градусов, чтобы обработать его со всех сторон. В конце концов, получается длинный брус, который по рольгангу направляется к ножницам. Здесь брус делят на куски – блумы.

Так же происходит прокатка и на слябинге, с той лишь разницей, что у слябинга 4 валка – 2 горизонтальных и 2 вертикальных, которые обрабатывают слиток сразу со всех сторон. Затем полученную длинную пластину режут на плоские заготовки – слябы.

Блуминги и слябинги используются только на тех заводах, где разливка стали производится старым способом – в изложницы. Там, где работают установки непрерывной разливки стали (УНРС), получают уже готовые блумы или слябы.

Готовые блумы и слябы идут в другие прокатные цехи, где на специальных прокатных станах из них делают, как говорят металлурги, профили, или профильный металл, то есть заготовки определенной толщины, формы, профиля.

Листовые станы, прокатывающие слябы в лист, имеют гладкие валки. На таких валках нельзя прокатать рельс или другое изделие сложного профиля. В валках, например, рельсобалочных станов делаются вырезы той формы, какая необходима для получения изделия. В каждом валке вырезается как бы половина профиля будущего изделия. Когда валки сближаются друг с другом, получается, как говорят металлурги, ручей, или калибр. На каждой паре валков таких калибров несколько. Первый имеет форму, только отдаленно похожую на форму изделия, следующие все больше приближаются к ней, и, наконец, последний калибр в точности соответствует тем размерам и форме изделия, какие надо получить. Сталь неподатлива, и ее приходится деформировать постепенно, пропуская через все калибры по очереди. Именно поэтому большинство станов имеет не одну пару валков, а несколько. Станины с валками (их называют клети) устанавливают параллельно либо в ряд, либо в шахматном порядке. Раскаленная заготовка мчится по рольгангам из клети в клеть, да еще в каждой клети движется то вперед, то назад, проходя через все калибры.

Сейчас все большее распространение получают высокопроизводительные станы непрерывной прокатки. Здесь клети стоят последовательно одна за другой. Миновав одну клеть, заготовка попадает во вторую, в третью, в четвертую и т д. После каждого обжатия заготовка вытягивается, и каждая последующая клеть должна за тот же промежуток времени пропустить через себя заготовку все большей длины. Некоторые непрерывные станы прокатывают металл со скоростью 80 метров в секунду (290 километров в час), а в год они обрабатывают несколько миллионов тонн. Например, производительность листового широкополосового непрерывного стана «2000», работающего на Новолипецком металлургическом заводе, достигает 6 миллионов тонн.

В СССР во Всесоюзном научно-исследовательском институте

металлургического машиностроения были созданы принципиально новые станы литейно-прокатные. У них процессы непрерывного литья совмещены в единый поток с непрерывной прокаткой. Сегодня десятки таких станов работают в нашей стране для прокатки стальной, алюминиевой и медной проволоки.

Потребность в трубах для транспортировки нефти и природного газа на дальние расстояния вызвала необходимость создать трубные станы. Диаметр нефтяных и газовых труб увеличился. Первые трубопроводы были диаметром 0,2 метра, затем стали выпускать трубы больших диаметров – вплоть до 1,4 метра.

Применяются две принципиально различные технологии производства труб. Первый способ: заготовку нагревают до 1200—1300 градусов Цельсия, а затем на специальном стане в ней проделывают отверстие (ее прошивают) – получается короткая труба (гильза) с толстыми стенками. Потом гильзу раскатывают в длинную трубу. Так получают бесшовные трубы. Второй способ: стальной лист или ленту сворачивают в трубу и сваривают по прямой линии или по спирали.

Большой производительностью обладают непрерывные агрегаты шовно-стыковой сварки труб. Это комплекс из десятков машин и механизмов, работающих в одной технологической линии. Здесь все автоматизировано: на долю оператора, управляющего комплексом, остается только нажимать кнопки на пульте управления. Начинается процесс с нагрева непрерывной стальной ленты. Затем машины сворачивают ее в трубу, сваривают по шву, вытягивают в длину, уменьшают в диаметре, калибруют, разрезают на части, нарезают резьбу. 500 метров труб ежеминутно – такова производительность комплекса.

В последние годы появилось новое направление: на прокатных станах изготавливают не заготовки, а сразу готовые детали машин. На таких станах прокатывают автомобильные и тракторные полуоси, шпиндели текстильных веретен, детали тракторов, электродвигателей, буровых машин. Здесь прокатка вытеснила трудоемкие операции: ковку, штамповку, прессование и механическую обработку на различных металлорежущих станках – токарных, фрезерных, строгальных, сверлильных и др.

К этому же направлению относятся и получившие большое распространение профилегибочные станы, изготовляющие гнутые профили, и станы, прокатывающие фасонные профили высокой точности. Первые станы выгибают изделия сложной формы из стального листа, вторые – прокатывают сложные изделия с очень точными размерами. И в том и в другом случае изделия не нуждаются в дальнейшей обработке на станках. Их режут на части нужной длины и используют в машинах, механизмах и строительных конструкциях.

Солнечные электростанции

Солнечное излучение – экологически чистый и возобновляемый источник энергии. Запасы солнечной энергии огромны. К началу XXI века человечество разработало и освоило ряд принципов преобразования тепловой энергии в электрическую. Их можно условно разделить на машинные и безмашинные методы. Последние часто называют методами прямого преобразования энергии, поскольку в них отсутствует стадия преобразования тепловой энергии в механическую работу.

Среди машинных преобразователей наиболее известны паро– и газотурбинные установки, работающие на всех наземных тепловых и атомных электростанциях.

Принципиальная схема замкнутой газотурбинной установки выглядит так. Солнечная радиация, собранная концентратором на поверхности солнечного котла, нагревает рабочее тело – инертный газ до температур порядка 1200—1500 градусов Кельвина и под давлением, создаваемым компрессором, подает горячий газ на лопатки газовой турбины, которая приводит в действие электрогенератор переменного тока. Отработавший в турбине газ поступает сначала в регенератор, где подогревает рабочий газ после компрессора. Тем самым он облегчает работу основного нагревателя – солнечного котла. Затем газ охлаждается в холодильнике-излучателе.

Испытания трехкиловаттной газотурбинной установки, проведенные в 1977 году на пятиметровом фацетном параболическом концентраторе в Физико-техническом институте Академии наук Узбекистана, показали, что установки такого типа весьма маневренны. Выход на номинальные обороты составлял не более минуты с момента наведения солнечного пятна на полость цилиндрического котла. Коэффициент полезного действия этой установки – 11 процентов.

В энергоустановке с паротурбинным преобразователем собранная концентратором солнечная энергия нагревает в солнечном котле рабочую жидкость, переходящую в насыщенный, а затем и в перегретый пар, который расширяется в турбине, соединенной с электрогенератором. После конденсации в холодильнике-излучателе отработавшего в турбине пара его конденсат, сжимаемый насосом, вновь поступает в котел. Поскольку подвод и отвод тепла в этой установке осуществляются изотермически, средние температуры подвода и отвода оказываются выше, чем в газотурбинной установке, а удельные площади излучателя и концентратора могут оказаться меньше. У подобной установки, работающей на органическом рабочем теле, коэффициент полезного действия составляет 15-20 процентов при сравнительно невысоких температурах подвода тепла – всего 600—650 градусов Кельвина.

От многих недостатков, присущих машинным преобразователям, свободны энергоустановки с так называемыми безмашинными преобразователями: термоэлектрическими, термоэмиссионными и фотоэлектрическими, непосредственно преобразующими энергию солнечного излучения в

электрический ток.

«Термоэлектрогенераторы основаны на открытом в 1821 году немецким физиком Т.И. Зеебеком термоэлектрическом эффекте, состоящем в возникновении на концах двух разнородных проводников термо-ЭДС, если концы этих проводников находятся при разной температуре, – пишет в „Соросовском образовательном журнале" Л.М. Драбкин. – Открытый эффект первоначально использовался в термометрии для измерения температур. Энергетический КПД таких устройств – термопар, подразумевающий отношение электрической мощности, выделяемой на нагрузке, к подведенному теплу, составлял доли процента. Только после того, как академик А.Ф. Иоффе предложил использовать для изготовления термоэлементов вместо металлов полупроводники, стало возможным энергетическое использование термоэлектрического эффекта, и в 1940—1941 годах в Ленинградском физико-техническом институте был создан первый в мире полупроводниковый термоэлектрогенератор. Трудами и его школы в 40-50-е годы была разработана и теория термоэлектрического эффекта в полупроводниках, а также синтезированы весьма эффективные (по сей день) термоэлектрические материалы».

Соединяя между собой отдельные термоэлементы, можно создавать достаточно мощные термобатареи. Электростанция мощностью 10 ГВт может весить до 200 тысяч тонн. Снижение веса энергоустановки напрямую связано с повышением коэффициента полезного действия преобразования солнечной энергии в электричество. Этого можно достичь двумя путями: увеличением термического коэффициента полезного действия преобразователя и снижением необратимых потерь энергии во всех элементах энергоустановки.

В первом случае концентрированное излучение позволяет получать очень высокие температуры. Но одновременно при этом весьма возрастают требования к точности систем слежения за Солнцем, что для громадных по размерам концентрирующих систем маловероятно. Поэтому усилия исследователей неизменно направлялись на снижение необратимых потерь. Они попытались уменьшить переток тепла с горячих спаев на холодные теплопроводностью. Для решения этой задачи требовалось добиться увеличения добротности полупроводниковых материалов. Однако после многолетних попыток синтезировать полупроводниковые материалы с высокой добротностью стало ясно, что достигнутая сегодня величина является предельной. Тогда возникла идея разделить горячий и холодный спаи воздушным промежутком, подобно двухэлектродной лампе – диоде. Если в такой лампе разогревать один электрод – катод и при этом охлаждать другой электрод – анод, то во внешней электрической цепи возникнет постоянный ток. Впервые это явление наблюдал в 1883 году Томас Эдисон.

«Открытое Эдисоном явление получило название термоэлектронной эмиссии, – пишет Л.М. Драбкин. – Подобно термоэлектричеству оно долгое время применялось в технике слабых токов. Позднее ученые обратили

внимание на возможности использования метода для преобразования тепла в электричество. И хотя природа у термоэлектричества и термоэлектронной эмиссии разная, но выражения для КПД у них одинаковые.

Главные составляющие необратимых потерь в ТЭП связаны с неизотермическим характером подвода и отвода тепла на катоде и аноде, перетоком тепла с катода на анод по элементам конструкции ТЭП, а также с омическими потерями в элементах последовательного соединения отдельных модулей.

Для достижения высоких КПД цикла Карно современные ТЭП создают на рабочие температуры катодов 1700—1900 К, что при температурах охлаждаемых анодов порядка 700 К позволяет получать КПД порядка 10 процентов. Таким образом, благодаря снижению необратимых потерь в самом преобразователе и при одновременном повышении температуры подвода тепла КПД ТЭП оказывается вдвое выше, чем у описанного выше ТЭГ, но при существенно более высоких температурах подвода тепла».

Теперь рассмотрим фотоэлектрический метод преобразования энергии. В солнечных батареях используется явление внешнего фотоэффекта, проявляющегося на p-n-переходе в полупроводнике при освещении его светом. Создают p-n (или n-p)-переход путем введения в монокристаллический полупроводниковый материал-базу примеси с противоположным знаком проводимости. При попадании на p-n-переход солнечного излучения происходит возбуждение электронов валентной зоны и образуется электрический ток во внешней цепи. Коэффициент полезного действия современных солнечных батарей достигает 13-15 процентов.

У солнечных электростанций есть одна, но весьма существенная проблема. Получать и использовать «чистую» солнечную энергию на поверхности Земли мешает атмосфера. А что если разместить солнечные энергостанции в космосе, на околоземной орбите. Там не будет атмосферных помех, невесомость позволит создавать многокилометровые конструкции, которые необходимы для «сбора» энергии Солнца. У таких станций есть большое достоинство. Преобразование одного вида энергии в другой неизбежно сопровождается выделением тепла, и сброс его в космос позволит предотвратить опасное перегревание земной атмосферы.

Как на самом деле будут выглядеть солнечные космические электростанции, сегодня точно сказать нельзя, хотя к проектированию подобных электростанций конструкторы приступили еще в конце 1960-х годов. Любой вариант проекта солнечной космической электростанции предполагает, что это колоссальное сооружение. Даже самая маленькая космическая электростанция должна весить десятки тысяч тонн. И эту гигантскую массу необходимо будет запустить на удаленную от Земли орбиту.

Современные средства выведения в состоянии доставить на низкую – опорную – орбиту необходимое количество блоков, узлов и панелей солнечных батарей. Чтобы уменьшить массу огромных зеркал,

концентрирующих солнечный свет, можно делать их из тончайшей зеркальной пленки, например, в виде надувных конструкций. Собранные фрагменты солнечной космической электрической станции нужно доставить на высокую орбиту и состыковать там. А долететь к «месту работы» секция солнечной электростанции сумеет своим ходом, стоит только установить на ней электроракетные двигатели малой тяги.

Но это в будущем. Пока же солнечные батареи с успехом питают космические станции.

Ветроэлектростанции

Запасы ветровой энергии, по сути дела, безграничны. Эта энергия возобновляема, и в отличие от тепловых станций ветроэнергетика не использует богатства недр, а ведь добыча угля, нефти, газа связана с огромными затратами труда. К тому же тепловые станции загрязняют окружающую среду, а плотины ГЭС создают на реках искусственные моря, нарушая природное равновесие. С другой стороны, ветроэлектростанция такой же мощности, как ГЭС или АЭС, по сравнению с ними занимает гораздо большую площадь. И справедливости ради надо сказать, что ветроэлектростанции не совсем безвредны: они мешают полетам птиц и насекомых, шумят, отражают радиоволны вращающимися лопастями, создавая помехи приему телепередач в близлежащих населенных пунктах.

Обычно рабочим органом ветродвигателя служат лопасти воздушного винта, который и называют ветроколесом. Теорию его еще в начале XX века разработал известный русский ученый Н.Е. Жуковский. Для описания явлений, связанных с прохождением воздушного потока через колесо, он применил теорию подъемной силы крыла самолета и определил значение максимально возможного коэффициента использования энергии ветра идеальным колесом. Коэффициент полезного действия оказался равным 59,3 процента.

Ветер – стихия весьма капризная то он дует с одной стороны, через некоторое время – с другой. Чтобы колесо эффективно использовало энергию воздушного потока, его необходимо каждый раз разворачивать против ветра. Для этой цели служат специальные устройства – хвостовая пластина (флюгер) или небольшое ветровое колесо (виндроза).

Ветер редко дует с постоянной скоростью. Изменилась его скорость – замедлилось или ускорилось вращение колеса и связанного с ним вала, через который вращение колеса передается электрическому генератору. Чтобы вал вращался с постоянной частотой, применяют разные приспособления.

Для получения энергии ветра используются разные конструкции. Это многолопастные «ромашки» и винты вроде самолетных пропеллеров с тремя, двумя и даже одной лопастью. Вертикальные конструкции хороши тем, что

улавливают ветер любого направления; остальным приходится разворачиваться по ветру. Такой вертикальный ротор напоминает разрезанную вдоль и насаженную на ось бочку. Встречаются и оригинальные решения. Например, тележка с парусом ездит по кольцу из рельсов, а ее колеса приводят в действие электрогенератор.

Наиболее распространенным типом ветровых энергоустановок (ВЭУ) является турбина с горизонтальным валом и числом лопастей от 1 до 3. Турбина, мультипликатор и электрогенератор размещаются в гондоле, установленной на верху мачты. В последних моделях ВЭУ используются асинхронные генераторы переменной скорости, а задачу кондиционирования вырабатываемой электроэнергии выполняет электроника.

Ветровые электростанции выгодны, как правило, в регионах, где среднегодовая скорость ветра составляет 6 метров в секунду и выше и которые бедны другими источниками энергии, а также в зонах, куда доставка топлива очень дорога. В России это, в первую очередь, Сахалин, Камчатка, Арктика, Крайний Север и т д.

При среднегодовой скорости ветра около 7 метров в секунду и среднем числе часов работы на полной мощности 2500 часов в год такая установка вырабатывает электроэнергию стоимостью 7-8 центов/кВч. Сегодня наиболее распространены ВЭУ единичной мощностью 100—500 кВт, хотя построены и эксплуатируются агрегаты единичной мощностью в несколько мегаватт.

Малые ВЭУ (мощностью менее 100 кВт) обычно предназначаются для автономной работы. Системы, которым они выдают энергию, привередливы, требуют подачи энергии более высокого качества и не допускают перерывов в питании, например, в периоды безветрия. Поэтому им необходим «дублер», то есть резервные источники энергии, например, дизельные двигатели той же, как у ветроустановок, или меньшей мощности.

Что касается более мощных ветроустановок (свыше 100 кВт), то они применяются как электростанции и включаются обычно в энергосистемы. Обычно на одной площадке устанавливается достаточно большое количество ВЭУ, образующих так называемую ветровую ферму. На одном краю «фермы» может дуть ветер, на другом в это время тихо. Ветряки нельзя ставить слишком тесно, чтобы они не загораживали друг друга. Поэтому «ферма» занимает много места. Такие «фермы» есть в США, во Франции, в Англии, а в Дании «ветряную ферму» разместили на прибрежном мелководье Северного моря – там она никому не мешает и ветер устойчивее, чем на суше. В Калифорнии (США) на одной из них размещено около тысячи ветроустановок, так что суммарная установленная мощность фермы превышает 100 МВт.

Обычно для снижения зависимости от капризов ветра в систему включают маховики, частично сглаживающие порывы ветра, и разного рода аккумуляторы, в основном электрические. Но вместе с тем используют и воздушные. В этом случае ветряк нагнетает воздух в баллоны. Выходя оттуда, его ровная струя вращает турбину с электрогенератором. Еще один вариант –

гидравлические аккумуляторы. Здесь силой ветра вода поднимается на определенную высоту, затем, падая вниз, она вращает турбину. Ставят даже электролизные аккумуляторы. Ветряк дает электрический ток, разлагающий воду на водород и кислород. Их запасают в баллонах. Потом по мере необходимости водород и кислород сжигают в топливном элементе либо в газовой турбине, вновь получая ток, но уже без резких колебаний напряжения, связанных с капризами ветра.

В Испании довольно долго работала удивительная ветроустановка, сама создававшая для себя ветер! Обширный круг земли в основании выстроенной высокой трубы покрыли полиэтиленовой пленкой на каркасных опорах. Жаркое испанское солнце нагревало и землю, и воздух под пленкой. В результате в трубе возникала ровная постоянная тяга, а встроенная в трубу крыльчатка вращала генератор. Тяга не прекращалась даже в пасмурные дни и ночью: земля долго хранит тепло. Однако эксплуатация такой установки оказалась довольно дорогой. Постепенно металлическая труба проржавела, а пленка разрушилась. После очередного урагана ремонтировать систему не стали.

ВЭУ занимались и занимаются и в России. В начале 1990-х годов была создана ветроустановка небольшой мощности «Конвет-1Э» двух модификаций – с асинхронным генератором (2 кВт, 230 В) и индукторным генератором постоянного тока (12 или 24 В). Ветроколесо с двумя лопастями вращает генератор. Благодаря применению инвертора или выпрямителя можно обеспечивать энергией телевизор, холодильник, радиоприемник, заряжать аккумуляторную батарею. В зонах со среднегодовыми скоростями ветра 5-6 метров в секунду стоимость 1 кВт-ч от такой ВЭУ в 1,4-1,7 раза ниже, чем от равноценного по мощности бензинового агрегата. Масса установки – 460 килограммов.

Как известно, беда многих ветряков – мощные воздушные потоки, под действием которых они нередко ломаются. В «Конвет-1Э» применили различные автоматические устройства, чтобы не дать колесу чрезмерно раскрутиться при сильном ветре. Конструкторам удалось добиться аэродинамического КПД в 46-48 процентов. Это достигнуто за счет применения высококачественных неметаллических лопастей с более совершенным, крученным по длине профилем.

Быстроходные ветроустановки иностранных фирм работают главным образом, начиная со скоростей ветра 5-6 метров в секунду. Особая конструкция лопастей и специальные приспособления позволяют «Конвету-1Э» эффективно начинать работать уже при силе ветра 4 метра в секунду.

Суммарная мощность ветроустановок в мире быстро возрастает. По использованию ВЭУ в мире лидируют США, в Европе – Германия, Англия, Дания и Нидерланды.

Германия получает от ветра десятую часть своей электроэнергии, а всей Западной Европе ветер дает 2500 МВт электроэнергии. По мере того как

ветряные электростанции окупаются, а их конструкции совершенствуются, цена «воздушного» электричества падает. Так, в 1993 году во Франции себестоимость 1 кВт-ч электроэнергии, полученной на ветростанции, равнялась 40 сантимам, а к 2000 году она снизилась в 1,5 раза.

Ядерные реакторы на быстрых нейтронах

Первая в мире атомная электростанция (АЭС), построенная в городе Обнинске под Москвой, дала ток в июне 1954 года. Мощность ее была весьма скромной – 5 МВт. Однако она сыграла роль экспериментальной установки, где накапливался опыт эксплуатации будущих крупных АЭС. Впервые была доказана возможность производства электрической энергии на основе расщепления ядер урана, а не за счет сжигания органического топлива и не за счет гидравлической энергии.

АЭС использует ядра тяжелых элементов – урана и плутония. При делении ядер выделяется энергия – она и «работает» в атомных электростанциях. Но можно использовать только ядра, имеющие определенную массу – ядра изотопов. В атомных ядрах изотопов содержится одинаковое число протонов и разное – нейтронов, из-за чего ядра разных изотопов одного и того же элемента имеют разную массу. У урана, например, 15 изотопов, но в ядерных реакциях участвует только уран-235.

Реакция деления протекает следующим образом. Ядро урана самопроизвольно распадается на несколько осколков; среди них есть частицы высокой энергии – нейтроны. В среднем на каждые 10 распадов приходится 25 нейтронов. Они попадают в ядра соседних атомов и разбивают их, высвобождая нейтроны и огромное количество тепла. При делении грамм урана выделяется столько же тепла, сколько при сгорании трех тонн каменного угля.

Пространство в реакторе, где находится ядерное топливо, называют активной зоной. Здесь идет деление атомных ядер урана и выделяется тепловая энергия. Чтобы предохранить обслуживающий персонал от вредного излучения, сопровождающего цепную реакцию, стенки реактора делают достаточно толстыми. Скоростью цепной ядерной реакции управляют регулирующие стержни из вещества, поглощающего нейтроны (чаще всего это бор или кадмий). Чем глубже опускают стержни в активную зону, тем больше нейтронов они поглощают, тем меньше нейтронов участвует в реакции и меньше выделяется тепла. И наоборот, когда регулирующие стержни поднимают из активной зоны, количество нейтронов, участвующих в реакции, возрастает, все большее число атомов урана делится, освобождая скрытую в них тепловую энергию.

На случай, если возникнет перегрев активной зоны, предусмотрена аварийная остановка ядерного реактора. Аварийные стержни быстро падают в

активную зону, интенсивно поглощают нейтроны, цепная реакция замедляется или прекращается.

Тепло из ядерного реактора выводят с помощью жидкого или газообразного теплоносителя, который прокачивают насосами через активную зону. Теплоносителем может быть вода, металлический натрий или газообразные вещества. Он отбирает у ядерного топлива тепло и передает его в теплообменник. Эта замкнутая система с теплоносителем называется первым контуром. В теплообменнике тепло первого контура нагревает до кипения воду второго контура. Образующийся пар направляют в турбину или используют для теплофикации промышленных и жилых зданий.

До катастрофы на АЭС в Чернобыле советские ученые с уверенностью говорили о том, что в ближайшие годы в атомной энергетике будут широко использовать два основных типа реакторов. Один из них, ВВЭР – водо-водяной энергетический реактор, а другой – РБМК – реактор большой мощности, канальный. Оба типа относятся к реакторам на медленных (тепловых) нейтронах.

В водо-водяном реакторе активная зона заключена в огромный, диаметром 4 и высотой 15 метров, стальной корпус-цилиндр с толстыми стенами и массивной крышкой. Внутри корпуса давление достигает 160 атмосфер. Теплоносителем, отбирающим тепло в зоне реакции, служит вода, которую прокачивают насосами. Эта же вода служит и замедлителем нейтронов. В парогенераторе она нагревает и превращает в пар воду второго контура. Пар поступает в турбину и вращает ее. И первый и второй контуры – замкнутые.

Раз в полгода выгоревшее ядерное горючее заменяют на свежее, для чего надо реактор остановить и охладить. В России по этой схеме работают Нововоронежская, Кольская и другие АЭС.

В РБМК замедлителем служит графит, а теплоносителем – вода. Пар для турбины получается непосредственно в реакторе и туда же возвращается после использования в турбине. Топливо в реакторе можно заменять постепенно, не останавливая и не расхолаживая его.

Первая в мире Обнинская АЭС относится именно к этому типу. По той же схеме построены Ленинградская, Чернобыльская, Курская, Смоленская станции большой мощности.

Одной из серьезных проблем АЭС является утилизация ядерных отходов. Во Франции, к примеру, этим занимается крупная фирма «Кожема». Топливо, содержащее уран и плутоний, с большой осторожностью, в специальных транспортных контейнерах – герметичных и охлаждаемых – направляется на переработку, а отходы – на остекловывание и захоронение.

«Нам показали отдельные этапы переработки топлива, привезенного с АЭС с величайшей осторожностью, – пишет в журнале „Наука и жизнь“ И. Лаговский. – Разгрузочные автоматы, камера разгрузки. Заглянуть в нее можно через окно. Толщина стекла в окне 1 метр 20 сантиметров. У окна манипулятор. Невообразимая чистота вокруг. Белые комбинезоны. Мягкий

свет, искусственные пальмы и розы. Теплица с настоящими растениями для отдыха после работы в зоне. Шкафы с контрольной аппаратурой МАГАТЭ – международного агентства по атомной энергии. Операторский зал – два полукруга с дисплеями, – отсюда управляют разгрузкой, резанием, растворением, остекловыванием. Все операции, все перемещения контейнера последовательно отражаются на дисплеях у операторов. Сами залы работ с материалами высокой активности находятся довольно далеко, на другой стороне улицы.

Остеклованные отходы невелики по объему. Их заключают в стальные контейнеры и хранят в вентилируемых шахтах, пока не повезут на место окончательного захоронения…

Сами контейнеры являют собой произведение инженерного искусства, целью которого было соорудить нечто такое, что невозможно разрушить. Железнодорожные платформы, груженные контейнерами, пускали под откос, таранили на полном ходу встречными поездами, устраивали другие мыслимые и немыслимые аварии при перевозке – контейнеры выдерживали все».

После чернобыльской катастрофы 1986 года ученые стали сомневаться в безопасности эксплуатации АЭС и, в особенности, реакторов типа РБМК. Тип ВВЭР в этом отношении более благополучен: авария на американской станции Тримайл-айленд в 1979 году, где частично расплавилась активная зона реактора, радиоактивность не вышла за пределы корпуса. В пользу ВВЭР говорит долгая безаварийная эксплуатация японских АЭС.

И, тем не менее, есть еще одно направление, которое, по мнению ученых, способно обеспечить человечество теплом и светом на ближайшее тысячелетие. Имеются в виду реакторы на быстрых нейтронах, или реакторы-размножители. В них используется уран-238, но для получения не энергии, а горючего. Этот изотоп хорошо поглощает быстрые нейтроны и превращается в другой элемент – плутоний-239. Реакторы на быстрых нейтронах очень компактны: им не нужны ни замедлители, ни поглотители – их роль играет уран-238. Называются они реакторами-размножителями, или бридерами (от английского слова «breed» – размножать). Воспроизведение ядерного горючего позволяет в десятки раз полнее использовать уран, поэтому реакторы на быстрых нейтронах считаются одним из перспективных направлений атомной энергетики.

В реакторах такого типа, кроме тепла, нарабатывается еще и вторичное ядерное топливо, которое можно использовать в дальнейшем. Здесь ни в первом, ни во втором контурах нет высокого давления. Теплоноситель – жидкий натрий. Он циркулирует в первом контуре, нагревается сам и передает тепло натрию второго контура, а тот, в свою очередь, нагревает воду в пароводяном контуре, превращая ее в пар. Теплообменники изолированы от реактора.

Одна из таких перспективных станций – ей дали название Монзю – была построена в районе Шираки на побережье Японского моря в курортной зоне в

четырехстах километрах к западу от столицы.

«Для Японии, – говорит руководитель отдела ядерной корпорации Кансаи К. Такеноучи, – использование реакторов-размножителей означает возможность уменьшить зависимость от привозного природного урана за счет многократного использования плутония. Поэтому понятно наше стремление к разработке и совершенствованию „быстрых реакторов", достижению технического уровня, способного выдержать конкуренцию с современными АЭС в отношении экономичности и безопасности.

Развитие реакторов-размножителей должно стать основной программой выработки электроэнергии в ближайшем будущем».

Строительство реактора Монзю – уже вторая стадия освоения реакторов на быстрых нейтронах в Японии. Первой было проектирование и постройка экспериментального реактора Джойо (что по-японски означает «вечный свет») мощностью 50-100 МВт, который начал работать в 1978 году. На нем исследовались поведение топлива, новые конструкционные материалы, узлы.

Проект Монзю стартовал в 1968 году. В октябре 1985 года начали сооружать станцию – рыть котлован. В процессе освоения площадки 2 миллиона 300 тысяч кубометров скального грунта было сброшено в море. Тепловая мощность реактора – 714 МВт. Топливом служит смесь окислов плутония и урана. В активной зоне 19 регулирующих стержней, 198 топливных блоков, в каждом из которых по 169 топливных стержней (тепловыделяющих элементов – ТВЭЛов) диаметром 6,5 миллиметров. Они окружены радиальными топливовоспроизводящими блоками (172 штуки) и блоками нейтронных экранов (316 штук).

Весь реактор собран как матрешка, только разобрать его уже невозможно. Огромный корпус реактора, из нержавеющей стали (диаметр – 7,1 метра, высота – 17,8 метра), помещен в защитный кожух на случай, если при аварии разольется натрий.

«Стальные конструкции камеры реактора, – сообщает в журнале „Наука и жизнь" А Лаговский, – обечайки и стеновые блоки – в качестве защиты заполнены бетоном. Первичные натриевые системы охлаждения вместе с корпусом реактора окружены противоаварийной оболочкой с ребрами жесткости – ее внутренний диаметр 49,5 метра, а высота – 79,4 метра. Эллипсоидное дно этой громады покоится на сплошной бетонной подушке высотой 13,5 метра. Оболочка окружена полутораметровым кольцевым зазором, а далее следует толстый слой (1-1,8 метра) армированного бетона. Купол оболочки также защищен слоем армированного бетона толщиной 0,5 метра.

Вслед за противоаварийной оболочкой устроен еще один защитный корпус – вспомогательный – размером 100 на 115 метров, удовлетворяющий требованиям противосейсмического строительства. Чем не саркофаг?

Во вспомогательном корпусе реактора размещены вторичные системы натриевого охлаждения, пароводяные системы, топливные загрузочно-

разгрузочные устройства, резервуар для хранения отработанного топлива. В отдельных помещениях расположены турбогенератор и резервные дизель-генераторы.

Прочность противоаварийной оболочки рассчитана как на избыточное давление в 0,5 атмосферы, так и на вакуум в 0,05 атмосферы. Вакуум может образоваться при выгорании кислорода в кольцевом зазоре, если разольется жидкий натрий. Все бетонные поверхности, которые могут войти в контакт с разлившимся натрием, сплошь облицованы стальными листами, достаточно толстыми для того, чтобы выдержать тепловые напряжения. Так защищаются на тот случай, которого вообще может и не произойти, поскольку должна быть гарантия и на трубопроводы, и на все другие части атомной установки».

Термоядерная установка

Ученые нашей страны и большинства развитых стран мира уже много лет занимаются проблемой использования термоядерных реакций для целей энергетики. Созданы уникальные термоядерные установки – сложнейшие технические устройства, предназначенные для изучения возможности получения колоссальной энергии, которая выделяется пока лишь при взрыве водородной бомбы. Ученые хотят научиться контролировать ход термоядерной реакции – реакции соединения тяжелых ядер водорода (дейтерия и трития) с образованием ядер гелия при высоких температурах, – чтобы использовать выделяющуюся при этом энергию в мирных целях, на благо людям.

В литре водопроводной воды содержится совсем немного дейтерия. Но если этот дейтерий собрать и использовать как топливо в термоядерной установке, то можно получить энергии столько, сколько от сжигания почти 300 килограммов нефти. А для обеспечения энергией, которую сейчас получают при сжигании обычного топлива, добываемого за год, потребовалось бы извлечь дейтерий из воды, содержащейся в кубе со стороной всего 160 метров. Одна река Волга ежегодно несет в Каспийское море около 60000 таких кубов воды.

Для осуществления термоядерной реакции необходимо соблюдение нескольких условий. Так, температура в зоне, где происходит соединение тяжелых ядер водорода, должна составлять примерно 100 миллионов градусов. При такой огромной температуре речь идет уже не о газе, а о плазме. Плазма – это такое состояние вещества, когда при высоких температурах газа нейтральные атомы теряют принадлежащие им электроны и превращаются в положительные ионы. По-другому, плазма – смесь свободно движущихся положительных ионов и электронов. Второе условие состоит в необходимости поддерживать в зоне реакции плотность плазмы не ниже 100 тысяч миллиардов частиц в кубическом сантиметре. И, наконец, главное и самое трудное, – надо удержать ход термоядерной реакции хотя бы не меньше

одной секунды.

Рабочая камера термоядерной установки – тороидальная, похожа на огромный пустотелый бублик. Она заполнена смесью дейтерия и трития. Внутри самой камеры создается плазменный виток – проводник, по которому пропускают электрический ток силой около 20 миллионов ампер.

Электрический ток выполняет три важные функции. Во-первых, он создает плазму. Во-вторых, разогревает ее до ста миллионов градусов. И, наконец, ток создает вокруг себя магнитное поле, то есть окружает плазму магнитными силовыми линиями. В принципе силовые линии вокруг плазмы должны были бы удержать ее в подвешенном состоянии и не дать плазме возможность соприкоснуться со стенками камеры Однако удержать плазму в подвешенном состоянии не так просто. Электрические силы деформируют плазменный проводник, не обладающий прочностью металлического проводника. Он изгибается, ударяется о стенку камеры и отдает ей свою тепловую энергию. Для предотвращения этого поверх тороидальной камеры надевают еще катушки, создающие в камере продольное магнитное поле, оттесняющее плазменный проводник от стенок. Только и этого оказывается мало, поскольку плазменный проводник с током стремится растянуться, увеличить свой диаметр. Удержать плазменный проводник от расширения призвано также магнитное поле, которое создается автоматически, без посторонних внешних сил. Плазменный проводник помещают вместе с тороидальной камерой еще в одну камеру большего размера, сделанную из немагнитного материала, обычно меди. Как только плазменный проводник делает попытку отклониться от положения равновесия, в медной оболочке по закону электромагнитной индукции возникает индукционный ток, обратный по направлению току в плазме. В результате появляется противодействующая сила, отталкивающая плазму от стенок камеры.

Удерживать плазму от соприкосновения со стенками камеры магнитным полем предложил в 1949 году А.Д. Сахаров, а немного позже американец Дж. Спитцер.

В физике принято давать названия каждому новому типу экспериментальных установок. Сооружение с такой системой обмоток именуется токамаком – сокращение от «тороидальная камера и магнитная катушка».

В 1970-е годы в СССР была построена термоядерная установка, названная «Токамак-10». Ее разработали в Институте атомной энергии им. И.В. Курчатова. На этой установке получили температуру плазменного проводника 10 миллионов градусов, плотность плазмы не ниже 100 тысяч миллиардов частиц в кубическом сантиметре и время удержания плазмы близко к 0,5 секунды. Крупнейшая на сегодня в нашей стране установка «Токамак-15» также построена в московском научном центре «Курчатовский институт».

Все созданные термоядерные установки пока лишь потребляют энергию на разогрев плазмы и создание магнитных полей. Термоядерная установка

будущего должна, наоборот, выделять столько энергии, чтобы небольшую ее часть можно было использовать для поддержания термоядерной реакции, то есть подогрева плазмы, создания магнитных полей и питания многих вспомогательных устройств и приборов, а основную часть – отдавать для потребления в электрическую сеть

В 1997 году в Великобритании на токамаке JET достигли совпадения вложенной и полученной энергии. Хотя и этого, конечно, недостаточно для самоподдержания процесса: до 80 процентов полученной энергии теряется. Для того чтобы реактор работал, необходимо производить энергии в пять раз больше, чем тратится на нагревание плазмы и создание магнитных полей.

В 1986 году страны Европейского союза вместе с СССР, США и Японией решили совместными усилиями разработать и построить к 2010 году достаточно большой токамак, способный производить энергию не только для поддержания термоядерного синтеза в плазме, но и для получения полезной электрической мощности. Этот реактор назвали ITER, аббревиатура от – «международный термоядерный экспериментальный реактор». К 1998 году удалось завершить проектные расчеты, но из-за отказа американцев в конструкцию реактора пришлось вносить изменения, чтобы уменьшить его стоимость.

Можно позволить частицам двигаться естественным образом, а камере придать форму, повторяющую их траекторию. Камера тогда имеет довольно причудливый вид. Она повторяет форму плазменного шнура, возникающего в магнитном поле внешних катушек сложной конфигурации. Магнитное поле создают внешние катушки гораздо более сложной конфигурации, чем в токамаке. Устройства подобного рода называют стеллараторами. В нашей стране построен торсатрон «Ураган-3М». Этот экспериментальный стелларатор рассчитан на удержание плазмы, нагретой до десяти миллионов градусов.

В настоящее время у токамаков появились и другие серьезные конкуренты, использующие инерциальный термоядерный синтез. В этом случае несколько миллиграммов дейтерий-тритиевой смеси заключают в капсулу диаметром 1-2 миллиметра. На капсуле фокусируют импульсное излучение нескольких десятков мощных лазеров. В результате капсула мгновенно испаряется. В излучение надо вложить 2 МДж энергии за 5-10 наносекунд. Тогда световое давление сожмет смесь до такой степени, что может пойти реакция термоядерного синтеза. Выделившаяся энергия при взрыве, по мощности эквивалентного взрыву ста килограммов тротила, будет преобразовываться в более удобную для использования форму – например в электрическую. Экспериментальная установка такого типа (NIF) строится в США и должна начать работать в 2010 году.

Однако строительство стеллараторов и установок инерциального синтеза также наталкивается на серьезные технические трудности. Вероятно, практическое использование термоядерной энергии – вопрос не ближайшего будущего.

Первая океанская электростанция

В США разрабатывается проект строительства электростанции на Гольфстриме. Первая в мире океанская электростанция мощностью 136 мегаватт будет сооружена во Флоридском проливе, где Гольфстрим перемещает 25 миллионов кубометров воды в секунду (это в двадцать раз превышает суммарный расход воды всех рек земного шара).

Реализация проекта стала возможной только после создания нового гидравлического двигателя – реактивной геликоидной (спиралевидной) гидротурбины, или турбины Горлова, как ее называют по имени изобретателя – профессора Северо-Восточного университета в Бостоне.

Автор проекта первой океанской электростанции Александр Горлов – выпускник Московского института инженеров железнодорожного транспорта, по окончании которого строил мосты, участвовал в разработке и внедрении новой технологии строительства тоннелей, а после защиты кандидатской диссертации работал главным специалистом в крупном НИИ. Крутой поворот в его судьбе связан со знакомством с Александром Солженицыным. Близость к опальному в то время писателю привела к драматическим последствиям: начались преследования со стороны КГБ, молодого ученого уволили из института, он не мог устроиться на работу по специальности, о защите подготовленной им докторской диссертации не могло быть и речи. В 1975 году Горлов был вынужден уехать за границу.

Оказавшись в эмиграции, он добился значительных успехов в научной, педагогической и изобретательской деятельности: Александр Горлов – доктор технических наук, профессор крупнейшего в США частного университета, директор лаборатории энергии воды и ветра, обладатель 15 патентов на изобретения, в том числе на геликоидную гидротурбину, применение которой открывает новую страницу в развитии гидроэнергетики.

«Русский ученый, изгнанный из родной страны, может дать решение глобальных проблем энергетики», – пишет газета «Файнэншл таймс».

Оригинальная турбина, созданная Горловым, называется геликоидной (от греческого «геликс» – «спираль» и «эйдос» – «вид»). Эта турбина не нуждается в сильном напоре, создаваемом с помощью плотины, и может эффективно работать при сравнительно небольших скоростях течения. Она имеет три спиральные лопасти и под действием потока воды вращается в два-три раза быстрее скорости течения. Как показали испытания опытных образцов, коэффициент полезного действия турбины Горлова в три раза выше всех низконапорных турбин, предназначенных для работы в свободном водяном потоке. В отличие от многотонных металлических гидротурбин, применяемых на речных гидроэлектростанциях, размеры изготовленной из пластика турбины Горлова невелики (диаметр 50 сантиметров, длина 84 сантиметра), масса ее всего 35 килограммов. Эластичное покрытие

поверхности лопастей уменьшает трение о воду и исключает налипание морских водорослей и моллюсков. Коэффициент полезного действия турбины Горлова в три раза выше, чем у обычных турбин.

Конструкция станции представляет собой металлическую платформу, собираемую из готовых секций с установленным в них энергетическим оборудованием. Оборудование одной секции состоит из 16 турбин, жестко соединенных торцами и образующих вертикальную конструкцию длиной тринадцать метров. Электрогенератор в водонепроницаемой оболочке установлен на ее верхнем конце. При вращении турбин генератор вырабатывает ток мощностью 38 кВт. Для первой очереди строительства электростанции мощностью 30 мегаватт потребуется около 800 таких блоков.

Платформа будет установлена на якорях и погружена на глубину, гарантирующую свободный проход судов с самой большой осадкой. Определенные сложности представляет рыболовецкий флот. Ведь во время промысла рыболовные сети могут пострадать и одновременно причинить электростанции серьезный ущерб. Для исключения подобной ситуации станцию предполагается обозначить на поверхности океана буями со световой и радиоэлектронной сигнализацией.

На самой станции не будет операторов: автоматическое управление обеспечит система компьютеров. Периодический наружный осмотр станции, а также необходимые ремонтные работы смогут осуществлять водолазы.

Монтаж океанской электростанции осуществит недавно созданная фирма «Гольфстрим энерджи», а производство гидротурбин будет организовано на предприятии компании «Элайд сигнал». Их стоимость значительно ниже других видов современного энергетического оборудования аналогичного назначения.

Что же касается общей стоимости проекта океанской электростанции, то она составляет около трехсот миллионов долларов. Финансирование будет осуществлять государство с привлечением частных инвесторов. Планируется, что расходы должны окупиться в течение пяти лет.

Важное место при разработке проекта океанской электростанции занимает вопрос об использовании вырабатываемой электроэнергии. Первоначально предполагалось передавать ее по кабелю на материк или остров Марафон, находящийся на расстоянии пяти километров от места расположения станции, однако совет директоров фирмы «Гольфстрим энерджи», в состав которого входит профессор Горлов, пришел к выводу, что оптимальным вариантом является использование электроэнергии на месте для производства водорода путем электролиза океанской воды. Жидкий водород – экологически чистое топливо, способное в будущем заменить бензин и другие нефтепродукты, при сгорании которых внешняя среда загрязняется вредными веществами.

Согласно проекту, электроэнергия будет по кабелю передаваться на стоящее рядом с океанской электростанцией заякоренное судно, оснащенное технологическим оборудованием для производства сжижения и временного

хранения водорода до отгрузки его потребителям.

Однако водород в энергетических целях может использоваться не только в качестве топлива для сжигания в двигателях автомобилей и самолетов, но и в так называемых топливных элементах – важнейшей составной части электрохимических генераторов, осуществляющих прямое преобразование химической энергии в электрическую. В этом случае водород служит химическим реагентом, взаимодействующим в присутствии катализатора с окислителем, в частности с кислородом. В настоящее время электрохимические генераторы используются в качестве автономных источников энергии в системах электропитания космических аппаратов.

По мнению экспертов, дальнейшее совершенствование топливных элементов позволит создать на базе электрохимических генераторов мощные энергетические установки, которые составят серьезную конкуренцию ГЭС, тепловым и атомным электростанциям, поскольку экологически они более безопасны. Широкое применение таких установок вызовет огромный рост потребления водорода, спрос на который наилучшим образом может быть удовлетворен путем использования плавучих фабрик водорода, получающих электроэнергию от океанских электростанций. Не исключено, что водород может стать символом энергетики XXI века.

Проект строительства электростанции на Гольфстриме вызвал большой интерес в ряде стран. По мнению южнокорейских специалистов, турбины Горлова могут дать большой эффект при их использовании на приливных электростанциях у побережья Корейского полуострова.

Японские ученые считают весьма перспективным план сооружения океанской электростанции на Куросио, мощность которого, например, у южной оконечности острова Хонсю достигает 38 миллионов кубометров воды в секунду. Они считают, что в перспективе широкое использование океанских электростанций позволит Японии обеспечить электроэнергией так называемые морские города в Тихом океане. Подобный долгосрочный проект японских ученых предусматривает постепенное переселение значительной части жителей на искусственные острова. Это даст возможность улучшить экологическую обстановку, а также справиться с проблемой перенаселения. Высвобождающуюся площадь предполагается использовать под сельскохозяйственные угодья и национальные парки. Пока программа находится на стадии разработки, ведутся консультации с лабораторией Горлова. Свою заинтересованность в проекте уже высказало правительство Тайваня.

Весьма вероятно, что будущее энергетики будет связано со строительством океанских электростанций. Ведь они более экономичны, чем атомные. А уступая по этому параметру тепловым и речным, превосходят их в экологической безопасности.

Печатные машины

Как правило, первопечатником называют немца Иоганна Гутенберга. Хотя есть сведения, что еще в 1045 году китаец Пи Чень, член императорского суда, придумал разборный шрифт.

Еще раньше, в IX веке на востоке – в Китае, Тибете – был известен способ печатания с деревянных досок, на которых гравировались целые страницы рукописи. Этот способ в Европе получил название «ксилография». Студент Страсбургского университета Иоганн Гутенберг вместе с несколькими компаньонами занялся изготовлением ксилографических книг. Ему пришла идея гравировать не целые страницы сразу, с каждой из которых можно было снять очень мало качественных оттисков, а делать отдельные буквы и потом из них, словно из кубиков, складывать строки. Он придумал следующий способ изготовления шрифта сначала на торце металлического бруска – пуансона – гравировали обратное выпуклое изображение буквы, потом выбивали ее на мягкой медной пластинке. Затем эту пластинку – матрицу – вставляли в нижнюю часть полой трубки, а через открытый верх заливали специальный сплав, который позднее стали называть гартом. В результате можно было сделать сколько угодно точных копий пуансона – литер. А из литер уже строка за строкой набиралась книга. Только на пятом десятке лет жизни Гутенберг сумел изготовить нужное количество литер – первую наборную кассу и сделать печатный станок.

Способ получения оттисков с помощью таких форм называется высокой печатью. Изготовить такие формы несложно. Ведь достаточно лишь получить с них оттиски. Для этого нужно нанести ровный тонкий слой краски на печатающие элементы и надавить ими на бумагу. Высокую печать выгодно отличает нетребовательность к краске. Она может быть практически любого химического состава: и на жировой основе, и на основе водных и спиртовых растворителей.

Позднее изобрели иную разновидность высокого способа – флексографическую печать. Здесь применяются резиновые или полимерные печатные формы. С их помощью добиваются хороших оттисков не только на бумаге, но и на других материалах, таких как алюминиевая фольга, целлофан, гофрокартон.

Со временем, естественно, росли и требования к качеству печати. Возникла необходимость в воспроизведении на бумаге полутоновых изображений всей цветовой гаммы. Решение пришло вместе с изобретением глубокой печати. При этом способе печатающие элементы делают не выше, а ниже пробельных, причем глубина их различна. Чем темнее должен быть тот или иной участок оттиска, тем глубже соответствующий ему элемент печатной формы, толще слой заполняющей его краски и тем больше ее перейдет с формы на оттиск.

Сегодня наиболее распространены два типа печатных машин – листовые и офсетные. В листовой печатной машине талер, на котором закрепляется печатная форма, непрерывно движется вперед и назад. В то же время

опускается и прокатывается по форме валик красящего аппарата и смазывает ее краской. Над талером вращается большой печатный цилиндр. Опускаясь, он прижимает к форме чистый бумажный лист, на котором остается отпечаток текста и рисунков. Листовая печатная машина все делает самостоятельно. Мастер только нажимает кнопку включателя. Установленные на машине самонаклады – захваты с резиновыми присосами сами берут с верха стопы бумаги только один лист и аккуратно кладут его на талер. А другие самонаклады прижимают отпечатанный лист и также осторожно укладывают на приемный стол. Машина сама следит за тем, правильно ли она работает. Стоит лишь присосам захватить по ошибке из стопы не один лист, а два, как машина тотчас останавливается.

Примером может служить листовая печатная машина «Speedmaster SM 102» фирмы «Хайдельберг», предназначенная для печати коммерческой продукции, этикеток, печати на пленке и на других упаковочных материалах. Оснастив эту машину соответствующими дополнительными устройствами, можно печатать этикетки на особо тонкой бумаге.

В них применено около двух тысяч новых узлов и деталей. Инженеры фирмы получили более сорока патентов на изобретения, сделанные в ходе конструкторской проработки.

Во время исследовательского этапа работы были проведены маркетинговые исследования, направленные на выявление потребностей пользователей. Результаты показали, что в большинстве профессиональных типографий и печатных центров применяются листовые офсетные машины формата 70x100 сантиметров. Поэтому специалисты фирмы сосредоточили усилия на повышении производительности именно этого класса машин. Им удалось добиться производительности 15000 оттисков в час. Высокая производительность новых печатных машин в большой степени определяется рабочей скоростью. Особое внимание было уделено сокращению времени на подготовку к печати и обслуживание машины.

На «Speedmaster SM 102» используется новое поколение самонакладов. Эти самонаклады оборудованы удлиненными направляющими для проводки отдельных листов над передними упорами на накладной стол. Листы тормозятся непосредственно перед передними упорами до скорости, составляющей 25 процентов от скорости машины, что позволяет точно выравнивать листы даже малой массы при работе на высоких скоростях. Подъем стапеля регулируется автоматически в зависимости от толщины бумаги. Присосы вакуумной головки предварительно устанавливаются по определенной кривой в зависимости от свойств запечатываемого материала, что обеспечивает высокую производительность. Стабильность подачи бумаги достигается благодаря малому ходу качающихся присосов. Прозрачное ограждение позволяет снизить уровень шума.

Оснащение самонаклада листорезальным устройством – это альтернатива обычному листовому стапелю, позволяющая снизить стоимость

запечатываемого материала.

В настоящее время наиболее распространен офсетный способ печати. Он отличается широкими возможностями художественного оформления издания, сравнительной дешевизной изготовления печатных форм, довольно высокой скоростью печати и рядом других положительных качеств. По оценкам многих специалистов, в ближайшее время классический офсетный способ печати будет продолжать доминировать в мировой практике.

Офсетные машины работают гораздо быстрее обычных плоских печатных машин. Внутри такой машины вращается еще один печатный цилиндр – офсетный, покрытый резиной. Он пробегает по форме раньше бумажного листа. Отпечаток шрифта и иллюстраций сперва переводится на эту резину, а уже с нее на бумажный лист. В таких машинах бывает обычно по несколько секций, которые заправляют различными красками. Бумажный лист поочередно проходит через все секции, и на нем появляется либо разноцветный шрифт, либо цветная картинка.

Листовая печатная машина дает за час до 15 тысяч оттисков. Офсетная – десятки тысяч. Но печатников, выпускающих газеты и журналы, эта скорость не удовлетворяет.

Более высокую скорость обеспечивают ротационные печатные машины. Первую такую машину разработал в 1904 году немецкий инженер Э. Мертенсон. В ротационной печатной машине все главные детали имеют цилиндрическую форму. Это упрощает конструкцию аппарата и позволяет значительно увеличить скорость печатания.

Такую машину заправляют бумажной лентой длиной 6-7 километров, намотанной в огромный рулон. Ротационная машина работает с огромной скоростью. Бумажная лента пробегает с быстротой поезда под вращающимися валами со стереотипами, по которым с той же быстротой уже прокатились валы с краской. На бумаге отпечатывается сперва одна сторона газетного или журнального листа, а затем другая. Машина сама отрезает отпечатанные листы, фальцует (сгибает), сама выбрасывает готовые пачки на конвейер.

Самая современная и эффективная ротационная машина – «Экоман» (Ecoman) фирмы «MAN Roland». Одно из важнейших преимуществ этой машины – широкие возможности варьирования ее компоновки. Благодаря гибкому построению на этой машине можно организовать эффективное производство практически любой газетной продукции.

Восьмиярусное расположение печатных секций – составная часть системы «Экоман». Такое построение в сочетании со сдвоенным фальцаппаратом делает машину идеальной для печати больших тиражей. Для печатания коммерческой продукции машину можно оснастить ИК-сушкой или сушкой горячим воздухом.

Конструкция бумагопроводящей системы обеспечивает постоянное натяжение бумажного полотна. Для высококачественной четырехкрасочной печати используется дополнительное автоматическое устройство контроля и

регулировки натяжения бумажного полотна. Проводка бумажного полотна может быть выбрана с левым или правым направлением. Это позволяет оптимизировать путь бумажного полотна. При двустороннем запечатывании двух полотен в одну краску оснащается двумя лентопроводящими системами.

Машина «Экоман» в стандартном исполнении оснащена рулонной зарядкой, отличающейся простотой конструкции и надежностью работы.

Компактный пленочный красочный аппарат обеспечивает быструю смену краски, простоту обслуживания, высокое качество печати. Для лучшей очистки красочного ящика предусмотрено его разделение на две-четыре откидывающиеся части.

В машине «Экоман» применяется увлажняющий аппарат разбрызгивающего типа, в котором передаточный валик расположен между накатным валиком и растирочным цилиндром увлажняющего аппарата.

В «Экоман» все узлы машины (рулонная зарядка, печатные секции, фальцаппарат) объединены в общую систему управления – РЕСОМ, которая производит централизованную обработку сигналов от исполнительных механизмов, после чего подает соответствующие команды.

Система управления позволяет использовать станцию технического планирования продукции ТРР для обработки заказов. Эта станция проводит подготовку к печатному процессу, начиная от обработки сведений о характере продукции, о плане загрузки машины и заканчивая подачей необходимых команд исполнительным механизмам.

Не так давно полиграфические машины годились только для многократного воспроизведения одного и того же изображения. После изобретения цифровой печати положение изменилось. Цифровая печатная машина работает под управлением компьютера и по принципу действия аналогична лазерному принтеру. С помощью компьютера можно быстро вносить изменения в печатную форму после каждого оборота формного цилиндра и получать на выходе в той или иной степени отличающиеся экземпляры оттисков. Цифровой способ используется главным образом для печатания небольших тиражей (даже одного экземпляра) или в целях оперативной полиграфии.

Зерноуборочные комбайны

Давно ушло в прошлое время, когда хлеб убирали вручную: жали серпами, связывали в снопы, обмолачивали цепами, отделяли зерно от соломы и половы на ручных веялках. Чтобы вручную за день сжать хлеб на одном гектаре земли, требовалось тридцать жнецов, а чтобы вымолотить зерно из колосьев и отделить его от соломы – еще сорок человек.

Для облегчения этих тяжелых и трудоемких работ были созданы машины: жатки, скашивающие хлеб; молотилки, обмолачивающие зерно; сортировки, отделяющие полноценное зерно от негодных семян и семян сорняков,

очищающие зерно от примесей. А потом жатку, молотилку и сортировку объединили в одну машину, поставили ее на колеса – и появился зерноуборочный комбайн. Первую такую машину в 1868 году разработал русский изобретатель А.Р. Власенко. Сначала такие машины за собой возил трактор, а позднее они стали самоходными.

Комбайнер работает сейчас в значительно более комфортных условиях, чем раньше. Кабина оборудована кондиционером, отопителем, вентиляционной установкой, очищающей подаваемый воздух, электрическим стеклоочистителем, тонированными стеклами, солнцезащитными козырьками, фарами для работы в ночное время, зеркалом заднего вида, термосом для питьевой воды.

На комбайнах марки «Дон» впервые в нашей стране были применены бесконтактные электронные устройства для контроля за всеми основными сборочными единицами и агрегатами.

Система автоматического контроля технологического процесса и состояния важнейших агрегатов комбайна «Дон» обеспечивает измерение частоты вращения основных рабочих органов комбайна и скорости его движения. Она также выявляет отклонения от номинала частоты вращения валов или режимов двигателя, гидросистемы, молотильного аппарата и других агрегатов от нормы и предупреждает об этом комбайнера с помощью светового табло и звуковой сигнализации.

Световое табло установлено в кабине на передней стенке отсека кондиционирования и вентиляции, здесь же расположен блок переключателей электрооборудования комбайна.

На комбайнах последнего поколения для контроля основных эксплуатационных параметров и управления технологическим процессом широко используются компьютерные устройства.

А вот как работает современный комбайн. Сначала полосу стеблей убираемой культуры захватывают лопасти мотовила и подводят к режущему аппарату. Срезанные стебли подаются мотовилом к шнеку жатки.

Шнек, имея спирали правого и левого направления, перемещает срезанные стебли от краев к центру жатки, где расположен пальчиковый механизм. Пальчиковый механизм шнека захватывает их, а также стебли, непосредственно поступающие на него, и направляет в окно жатки, из которого масса отбирается битером проставки и передается к транспортеру наклонной камеры, который направляет ее в приемную камеру молотилки.

В комбайнах используют три типа молотильных аппаратов: бильный, штифтовый и аксиально-роторный. Основное назначение молотильного аппарата – выделить из колоса все зерна, по возможности не повреждая их. При этом стремятся и к минимальным повреждениям стеблей, чтобы не затруднять сепарацию зерна на решетах очистки и соломотрясе.

В своей книге «Зерновые комбайны» А.Ф. Морозов отмечает, что в процессе обмолота должна быть разрушена естественная связь между семенами,

пленками и колосковыми чешуйками. Обмолот в молотильном устройстве происходит в результате многократных ударов по стеблям и колосу при протаскивании массы через молотильный зазор между барабаном и подбарабаньем (декой). Барабан, вращаясь, захватывает массу бичами, нанося при этом по ней удары, и продвигает ее по молотильному зазору. Скорость перемещения массы зависит как от скорости вращения барабана, так и от величины молотильного зазора. Верхний слой стеблей движется значительно быстрее нижнего, соприкасающегося с неподвижной декой.

Обмолот в штифтовом молотильном устройстве происходит в результате многократных ударов по стеблям и колосу при протаскивании массы между штифтами подбарабанья.

В аксиально-роторном молотильно-сепарирующем устройстве хлебная масса обмолачивается также благодаря воздействию на нее бичей, но в процессе обмолота она совершает винтообразное движение.

Молотилки отечественных комбайнов «Дон» и «Нива» выполнены по классической схеме, наиболее распространенной в зарубежных комбайнах. В нее входят молотильное устройство с одним бильным барабаном и решетчатым подбарабаньем, активный отбойный битер, клавишный сепаратор соломистого вороха, двухстанная решетная очистка.

Из молотильного аппарата хлебная масса выходит в виде двух фракций – соломенного и зернового вороха. Соломенный ворох, содержащий в основном крупную солому и часть зерна, попадает на соломотряс, на котором выделяются оставшееся зерно и мелкие соломистые частицы, а солома по соломотрясу поступает к копнителю.

В зависимости от конструкции молотильного устройства и условий уборки в соломе, поступающей на соломотряс, содержится от 5 до 30 процентов общего количества зерна, проходящего через комбайн.

В отечественных комбайнах применяются соломотрясы только клавишного типа. Принцип работы такого соломотряса основан на выделении зерна из слоя соломистого вороха в результате встречных ударов, наносимых клавишами по падающей на них массе.

При сходе с соломотряса солома захватывается граблинами соломонабивателя и направляется в камеру копнителя. По мере наполнения копнителя растет усилие подпрессовки соломы, которое воздействует на клапан аварийного заполнения и включает сигнал полного заполнения копнителя. Если механизатор почему-либо не заметил этого сигнала и не сбросил копну, то включается автомат сброса копны.

Зерновой ворох, выделенный через подбарабанье, а также зерно и мелкие соломистые частицы, выделенные на соломотрясе, поступают на транспортную доску, которая подает этот ворох на очистку.

На решетах очистки, обдуваемых вентилятором, зерно окончательно отделяется от соломистых примесей. Чистое зерно, прошедшее через оба решета, поступает по скатной доске решетного стана в зерновой шнек и

транспортируется элеватором в бункер.

«Недомолоченные колоски, сходящие с нижнего решета и с удлинителя верхнего решета вместе с примесью свободного зерна и половы, – пишет А.Ф. Морозов, – попадают в колосовой шнек и перемещаются шнеком и элеватором к автономному домолачивающему устройству, где выделяется оставшееся в колосках зерно.

Образовавшийся после домолота ворох поступает в горловину распределительного шнека, который сбрасывает его на конец транспортной доски (благодаря специальной конструкции кожуха распределительного шнека ворох равномерно распределяется по ширине молотилки). При этом труднообмолачиваемые колоски могут несколько раз циркулировать по контуру «домолот-очистка», пока не произойдет их полный вымолот.

Мелкая соломистая часть вороха транспортируется воздушным потоком и решетами к половонабивателю, который подает ее в камеру копнителя или в шнек половоотборника измельчителя.

При использовании навесного измельчителя солома с соломотряса поступает непосредственно на измельчающий аппарат и после измельчения молотковыми ножами выбрасывается через дефлектор в тележку или на поле. При этом она проходит через нижний люк и лопатки разбрасывателя, которые можно устанавливать в одно из двух положений: для разбрасывания по полю или укладки в валок».

К зерноуборочным комбайнам выпускаются дополнительные приспособления, позволяющие собирать разные сельскохозяйственные культуры. Так, кукурузоуборочный комбайн срезает высокий кукурузный стебель, отделяет от него початок и дробит стебель на мелкие кусочки (после дополнительной обработки из этой массы готовят корм для скота – силос).

Льноуборочный комбайн сначала осторожно вытягивает нежные стебельки льна из земли, стальными гребенками счесывает с них коробочки с семенами и листочки, а потом связывает стебельки в снопы.

Существует и специальный комбайн для уборки сахарной свеклы. Стальными пальцами он захватывает ботву, выдергивает растение из грядки, отрезает ножом зелень и стряхивает прилипшую землю.

Картофелеуборочный комбайн сначала подкапывает большой пласт земли и осторожно размельчает его, чтобы не повредить клубни. Затем, перемещая и одновременно встряхивая, просеивает землю на прутковом транспортере, освобождает картофель и подает его в кузов грузовика.

Помимо перечисленных комбайнов инженеры создали и продолжают совершенствовать машины для уборки других видов зерновых и овощей.

Микромеханика

Точная механика родилась еще в XVII веке – с появлением стенных и

настольных часов. Она не потребовала качественного технологического скачка, поскольку использовала традиционные приемы, но только в более мелких масштабах. И сегодня, как ни малы здесь детали, их еще можно изготовлять по общим стандартам, работая теми же инструментами и на тех же станках – пусть самых прецизионных, – применяя обычные способы сборки изделий.

«Ключевым тут является, пожалуй, механический обрабатывающий инструмент, – пишет в журнале „Техника – молодежи" Борис Понкратов. – Его возможности и ставят пределы миниатюризации. Но в этих пределах точная механика переживает ныне бурный расцвет. Она все шире внедряется в самую массовую продукцию – фотоаппараты, аудио– и видеотехнику, дисководы и принтеры для персональных компьютеров, ксероксы – не говоря уж о различном специальном оборудовании, например, для состыковки волоконно-оптических линий связи.

Лазерная микрообработка одна занимает целый диапазон, хотя, надо сразу сказать, самостоятельного значения не имеет: принципиально новых операций тут немного. В основном речь идет о пайке микросхем и создании отверстий различной формы (скажем, в фильерах для получения сверхтонких волокон из синтетических смол). Зато настоящего революционного технологического перевооружения требует следующий шаг – микромеханика. Размеры микромеханических устройств таковы, что для их создания недостаточно малых и сверхмалых устройств. В качестве критерия возьмем минимальные размеры объектов, с которыми способна манипулировать данная технология. Для упрощения картины округлим величины с точностью до порядка. И нанеся их на масштабную шкалу, получим своего рода спектр, где каждая технология занимает определенный «диапазон» (примерные минимальные размеры даны в миллиметрах): классическая точная механика – 1, лазерная микрообработка – 0,01, микромеханика и микроэлектроника – 0,0001, нанотехнология – 0,000001».

Рубеж поистине роковой для любых механизмов – расстояния менее 100 нм. Тогда заметно «слабеют» законы классической механики, и все больше дают себя знать межатомные силы, тепловые колебания, квантовые эффекты. Резко затрудняется локализация элементов устройств, теряет смысл понятие траекторий их движения. Короче, в подобных условиях вообще нельзя говорить о «механизмах», состоящих из «деталей».

Микромеханике повезло: ей с самого начала удалось устроиться «на плечах гиганта» – микроэлектроники, получив от нее практически готовую технологию массового производства. Ведь отработанная и постоянно развивающаяся технология сложнейших электронных микросхем лежит в том же диапазоне масштабов. И точно так же, как на одной пластинке кремния получают многие сотни готовых интегральных схем, оказалось возможным делать разом несколько сот механических деталей. То есть наладить нормальное массовое производство.

Кремний, используемый в микроэлектронике, стал основным материалом и для микромеханизмов. Тем более что здесь открылась замечательная возможность создавать и те и другие структуры в комплексе, в едином технологическом процессе. Производство таких гибридов оказалось настолько дешевым, что некоторые образцы быстро нашли применение в производстве самой массовой коммерческой продукции, например, кремниевый акселерометр, которым теперь снабжена одна из известных систем безопасности в автомобилях – надувной мешок.

Инерционный датчик этого прибора спроектирован Ричардом Мюллером из Калифорнийского университета. В общих чертах конструкция предельно проста: кремниевый стерженек диаметром в несколько микрон подвешен над отверстием, проделанным в кремниевой же подложке. Когда возникает ускорение, стерженек с подведенным к нему электрическим потенциалом начинает вибрировать и индуцирует сигнал, поступающий на обработку в микропроцессор, расположенный в десятке микрон по соседству. Достаточно резкое падение скорости (в момент удара при аварии) мгновенно фиксируется акселерометром, и он выдает команду на наполнение воздушной подушки в центре рулевого колеса, предохраняющей водителя от самой типичной травмы – удара о руль или ветровое стекло.

Японская корпорация «Тошиба» создала электромагнитный двигатель диаметром 0,8 миллиметра и весом 4 миллиграмма. Мощность его, разумеется, невелика, но достаточна для миниатюрных роботов, разработкой которых сейчас упорно занимаются ведущие компании страны под общим руководством министерства экономики и промышленности. Помимо «Тошибы» главную скрипку в этой программе играют корпорации «Мицубиси электрик» и «Хитачи». Длина разрабатываемых ими роботов – от сантиметра до нескольких миллиметров. Человек будет заглатывать капсулу с таким устройством, и после растворения ее оболочки аппарат, повинуясь радиосигналам и вложенной в него программе, начнет самостоятельное движение по кровеносным сосудам, желудочно-кишечному тракту и другим путям.

Миниатюрные роботы предназначены для диагностики, проведения микроопераций, для доставки лекарств точно по назначению и в нужное время. Их предполагают использовать также для ремонта и смены батарей у искусственных органов.

Немецкая фирма «Микротек» уже создала прототип медицинского инструмента нового типа – миниатюрную «подводную лодку» для плавания по кровеносным сосудам. Под управлением врача она способна выполнять некоторые операции. Длина этого автономного зонда – 4 миллиметра, а диаметр – 0,65 миллиметра. Двигателя у него нет, винт приводится во вращение с помощью внешнего переменного магнитного поля, которое позволяет развивать скорость до одного метр в час. В дальнейшем микрозонд оснастят фрезой для снятия холестериновых бляшек со стенок сосудов. Он

сможет переносить капсулы с лекарством в нужное место. Предлагается и еще один вариант – размещать на таких микроаппаратах генераторы ультразвука. Просвечивая органы пациента изнутри, врачи получат информацию, остающуюся недоступной при обычной диагностике.

Нашли применение и еще несколько скромных, но полезных микроприборов – например, встроенный непосредственно в подшипник измеритель скорости вращения или внутренние датчики артериального давления, сердечного ритма, содержания сахара в крови и других параметров организма, передающие информацию наружу радиосигналом.

Фуллерены

Самое твердое вещество в природе – алмаз. Это углеродное соединение имеет кристаллическую решетку в форме тетраэдра – пирамиды с четырьмя равновеликими треугольными гранями. Его вершины образованы четырьмя атомами углерода. Треугольник – очень жесткая фигура его можно сломать, но деформировать или смять нельзя. Именно поэтому прочность алмаза столь высока. В природе известны кристаллы с решеткой, состоящей не из атомов, а из молекул. Если молекулы достаточно велики и связи между ними сильны, то кристаллическая решетка оказывается чрезвычайно прочной. Этим условиям в полной мере отвечают фуллерены: имея диаметр больше 0,5 нм, они соединяются в кристалл с ячейками размером менее 1,5 нм.

Как это часто бывает, открытие фуллеренов не стало результатом целенаправленного поиска. Основное направление работ в лаборатории Р. Смолли в Университете Райса (Техас), где в 1980-е годы было сделано открытие, связанное с исследованиями структуры металлических кластеров. Методика подобных исследований основана на измерении масс-спектров частиц, которые образуются в результате интенсивного воздействия лазерного излучения на поверхность исследуемого материала.

«В августе 1985 года в лабораторию Смолли приехал известный астрофизик Г. Крото, – пишет Александр Валентинович Елецкий в „Соросовском образовательном журнале“, – который работал над проблемой отождествления спектров инфракрасного излучения, испускаемого некоторыми межзвездными скоплениями. Одно из возможных решений этой проблемы, достаточно давно стоявшей в астрофизике, могло быть связано с кластерами углерода, который, как известно, составляет основу межзвездных скоплений. Целью визита Крото в Техас была попытка, воспользовавшись аппаратурой лаборатории Смолли, по масс-спектру кластеров углерода получить заключение об их возможной структуре. Результаты экспериментов привели в шоковое состояние его участников. В то время как для большинства исследованных ранее кластеров типичные значения магических чисел составляют в зависимости от взаимного расположения атомов значения 13, 19, 55 и т п., в масс-спектре кластеров

углерода наблюдались явно выраженные пики с числом атомов 60 и 70. Единственным непротиворечивым объяснением такой особенности кластеров углерода явилась гипотеза, согласно которой атомы углерода образуют стабильные замкнутые сферические и сфероидальные структуры, впоследствии названные фуллеренами».

Эта гипотеза, подтвержденная в дальнейшем более детальными исследованиями, по существу и легла в основу открытия фуллеренов. Публикация о первых наблюдениях фуллеренов была направлена в журнал «Nature» уже через 20 дней после приезда Крото в Техас. В этой статье помимо предположения о сфероидальной форме фуллеренов содержались идеи о возможности существования эндоэдральных молекул фуллеренов, то есть молекул, внутри которых заключены один или несколько атомов другого элемента. Дальнейшие исследования подтвердили и это предположение.

Расстояние между молекулами в таких кристаллах меньше, чем расстояние между атомами в решетке алмаза. Кроме того, в ячейках обоих видов есть «особый» фуллерен, взаимодействующий с остальными через 12-16 очень коротких и сильных межмолекулярных связей. Все это и определяет необычайную твердость кристаллического фуллерита: она в два-три раза выше твердости алмаза.

За открытие фуллеренов Г. Крото, Р. Смолли и Р. Керл были удостоены Нобелевской премии по химии.

Подлинный бум в исследованиях фуллеренов начался в 1990 году. Это произошло после того, как немецкий астрофизик В. Кретчмер и американский исследователь Д. Хафман разработали технологию получения фуллеренов в достаточных количествах. Технология основана на термическом распылении электрической дуги с графитовыми электродами и последующей экстракции фуллеренов из продуктов распыления с помощью органических растворителей, например, бензола, толуола. Новая технология позволила многочисленным научным лабораториям исследовать фуллерены не только в молекулярной форме, но также и в кристаллическом состоянии. В результате были сделаны новые открытия. Так, в 1991 году американские ученые обнаружили сверхпроводимость фуллереновых кристаллов, легированных атомами щелочных металлов, с критической температурой от 18 до 40 градусов Кельвина в зависимости от сорта щелочного металла. И по сегодняшний день исследования и разработки в области фуллеренов являются одним из приоритетных направлений мировой науки и технологии. Подобная популярность связана с удивительными физико-химическими свойствами фуллеренов, открывающими возможность их прикладного использования.

Молекулы фуллеренов обладают высокой электроотрицательностью. Они способны присоединять к себе до шести свободных электронов. Это делает фуллерены сильными окислителями. Они способны образовывать множество новых химических соединений с новыми интересными свойствами. В состав химических соединений фуллеренов, входят шестичленные кольца углерода с

одинарными и двойными связями. Поэтому можно рассматривать их как трехмерный аналог ароматических соединений. Кристаллы фуллеренов представляют собой полупроводники с шириной запрещенной зоны 1-2 эВ. Они обладают фотопроводимостью при облучении видимым светом.

«Широк круг возможных технологических применений фуллеренов, – пишет Езерский. – Так, использование фуллеренов в качестве присадки к смазочному маслу существенно (до 10 раз) снижает коэффициент трения металлических поверхностей и соответственно повышает износостойкость деталей и агрегатов. Активно разрабатываются также другие возможности массовых применений фуллеренов, связанные, в частности, с созданием нового типа аккумуляторных батарей, не подверженных, в отличие от традиционно используемых батарей на основе лития, разрушению электродов. Особого внимания заслуживает проблема использования фуллеренов в медицине и фармакологии. Одна из основных трудностей, стоящих на пути успешного решения этой задачи, связана с созданием водорастворимых нетоксичных соединений фуллеренов, которые могли бы вводиться в организм человека и доставляться с кровью в орган, подлежащий терапевтическому воздействию. Широко обсуждается в литературе идея создания противораковых медицинских препаратов на основе водорастворимых эндоэдральных соединений фуллеренов (молекулы фуллеренов, внутри которых помещен один или несколько атомов какого-либо элемента) с внедренными внутрь структуры фуллеренов радиоактивными изотопами. Введение такого лекарства в ткань позволит избирательно воздействовать на пораженные опухолью клетки, препятствуя их дальнейшему размножению».

Сканирующий зондовый микроскоп

Наиболее молодое и вместе с тем перспективное направление в исследовании свойств поверхности – сканирующая зондовая микроскопия. Зондовые микроскопы имеют рекордное разрешение – менее 0,1 нм. Они могут измерить взаимодействие между поверхностью и сканирующим ее микроскопическим острием – зондом – и выводят трехмерное изображение на экран компьютера.

Методы зондовой микроскопии позволяют не только видеть атомы и молекулы, но и воздействовать на них. При этом – что особенно важно – объекты могут изучаться не обязательно в вакууме (что обычно для электронных микроскопов), но и в различных газах и жидкостях.

Изобрели зондовый – сканирующий туннельный микроскоп в 1981 году сотрудники Исследовательского центра фирмы ИБМ Г. Биннинг и Х. Рорер (США). Через пять лет за это изобретение они были удостоены Нобелевской премии.

Биннинг и Рорер попытались сконструировать прибор для исследования

участков поверхности размером менее 10 нм. Итог превзошел самые смелые ожидания: ученым удалось увидеть отдельные атомы, размер которых в поперечнике составляет лишь около одного нанометра. В основе работы сканирующего туннельного микроскопа лежит квантово-механическое явление, называемое туннельным эффектом. Очень тонкое металлическое острие – отрицательно заряженный зонд – подводится на близкое расстояние к образцу, тоже металлическому, заряженному положительно. В тот момент, когда расстояние между ними достигнет нескольких межатомных расстояний, электроны начнут свободно проходить через него – «туннелировать»: через зазор потечет ток.

Очень важное значение для работы микроскопа имеет резкая зависимость силы туннельного тока от расстояния между острием и поверхностью образца. При уменьшении зазора всего на 0,1 нм ток возрастет примерно в 10 раз. Поэтому даже неровности размером с атом вызывают заметные колебания величины тока.

Чтобы получить изображение, зонд сканирует поверхность, а электронная система считывает величину тока. В зависимости от того, как эта величина меняется, острие либо опускается или поднимается. Таким образом, система поддерживает величину тока постоянной, а траектория движения острия повторяет рельеф поверхности, огибая возвышенности и углубления.

Острие перемещает пьезосканер, который представляет собой манипулятор из материала, способного изменяться под действием электрического напряжения. Пьезосканер чаще всего имеет форму трубки с несколькими электродами, которая удлиняется или изгибается, перемещая зонд по разным направлениям с точностью до тысячных долей нанометра.

Информация о движении острия преобразуется в изображение поверхности, которое строится по точкам на экране. Участки разной высоты для наглядности окрашиваются в различные цвета.

В идеале на конце острия зонда должен находиться один неподвижный атом. Если же на конце иглы случайно оказалось несколько выступов, изображение может двоиться, троиться. Для устранения дефекта иглу травят в кислоте, придавая ей нужную форму.

С помощью туннельного микроскопа удалось сделать ряд открытий. Например, обнаружили, что атомы на поверхности кристалла расположены не так, как внутри, и часто образуют сложные структуры.

С помощью туннельного микроскопа можно изучать лишь проводящие ток объекты. Однако он позволяет наблюдать и тонкие диэлектрики в виде пленки, когда их помещают на поверхность проводящего материала. И хотя этот эффект еще не нашел полного объяснения, тем не менее его с успехом применяют для изучения многих органических пленок и биологических объектов – белков, вирусов.

Возможности микроскопа велики. С помощью иглы микроскопа даже наносят рисунки на металлические пластины. Для этого используют в качестве

«пишущего» материала отдельные атомы – их осаждают на поверхность или удаляют с нее. Таким образом в 1991 году сотрудники фирмы ИБМ написали атомами ксенона на поверхности никелевой пластины название своей фирмы – IBM. Букву «I» составили всего 9 атомов, а буквы «B» и «M» – 13 атомов каждую.

Следующим шаг в развитии сканирующей зондовой микроскопии сделали в 1986 году Биннинг, Квейт и Гербер. Они создали атомно-силовой микроскоп. Если в туннельном микроскопе решающую роль играет резкая зависимость туннельного тока от расстояния между зондом и образцом, то для атомно-силового микроскопа решающее значение имеет зависимость силы взаимодействия тел от расстояния между ними.

Зондом атомно-силового микроскопа служит миниатюрная упругая пластина – кантилевер. Причем один ее конец закреплен, на другом же конце сформировано зондирующее острие из твердого материала – кремния или нитрида кремния. При перемещении зонда силы взаимодействия между его атомами и неровной поверхностью образца будут изгибать пластину. Добившись такого перемещения зонда, когда прогиб остается постоянным, можно получить изображение профиля поверхности. Такой режим работы микроскопа, называющийся контактным, позволяет измерять с разрешением в доли нанометра не только рельеф, но и силу трения, упругость и вязкость исследуемого объекта.

Сканирование в контакте с образцом довольно часто приводит к его деформации и разрушению. Воздействие зонда на поверхность может быть полезным, например, при изготовлении микросхем. Однако зонд способен легко порвать тонкую полимерную пленку или повредить бактерию, вызвав ее гибель. Чтобы избежать этого, кантилевер приводят в резонансные колебания вблизи поверхности и регистрируют изменение амплитуды, частоты или фазы колебаний, вызванных взаимодействием с поверхностью. Такой метод позволяет изучать живые микробы: колеблющаяся игла действует на бактерию, как легкий массаж, не причиняя вреда и позволяя наблюдать за ее движением, ростом и делением.

В 1987 году И. Мартин и К. Викрама-сингх (США) предложили в качестве зондирующего острия использовать намагниченную микроиглу. В результате появился магнитно-силовой микроскоп.

Такой микроскоп позволяет разглядеть отдельные магнитные области в материале – домены – размером до 10 нм. Его также применяют и для сверхплотной записи информации, формируя на поверхности пленки домены с помощью полей иглы и постоянного магнита. Подобная запись в сотни раз плотнее, чем на современных магнитных и оптических дисках.

На мировом рынке микромеханики, где заправляют такие гиганты, как ИБМ, «Хитачи», «Жиллетт», «Поляроид», «Олимпус», «Джойл», «Диджитал инструментс», нашлось место и для России. Все громче слышен голос маленькой фирмы МДТ из подмосковного Зеленограда.

«Давайте скопируем на пластину, в 10 раз меньшую человеческого волоса, наскальный рисунок, выполненный нашими далекими предками, – предлагает главный технолог Денис Шабратов. – Компьютер управляет „кистью", зондом – иглой длиной 15 микрон, диаметром в сотые доли микрона. Игла движется вдоль „полотна", и там, где его касается, появляется мазок размером с атом. Постепенно на экране дисплея возникает олень, за которым гонятся всадники».

МДТ единственная в стране фирма-изготовитель зондовых микроскопов и самих зондов. Она входит в четверку мировых лидеров. Изделия фирмы покупают в США, Японии, Европе.

А все началось с того, что Денис Шабратов и Аркадий Гологанов, молодые инженеры одного из оказавшихся в кризисе институтов Зеленограда, думая, как жить дальше, выбрали микромеханику. Они не без основания посчитали ее наиболее перспективным направлением.

«Мы не комплексовали, что придется соперничать с сильными конкурентами, – вспоминает Гологанов. – Конечно, наше оборудование уступает импортному, но, с другой стороны, это заставляет исхитряться, шевелить мозгами. А уж они-то у нас точно не хуже. И готовности пахать хоть отбавляй. Работали сутками, без выходных. Самым трудным оказалось даже не изготовить суперминиатюрный зонд, а продать. Знаем, что наш лучший в мире, кричим о нем по Интернету, засыпаем клиентов факсами, словом, бьем ножками, как та лягушка, – ноль внимания».

Узнав, что один из лидеров по производству микроскопов – японская фирм «Джойл» ищет иглы очень сложной формы, они поняли, что это их шанс. Заказ стоил много сил и нервов, а получили гроши. Но деньги не были главным – теперь они могли во весь голос объявить: знаменитый «Джойл» – наш заказчик. Подобным образом почти полтора года МДТ бесплатно изготавливала специальные зонды для Национального института стандартов и технологий США. И новое громкое имя появилось в списке клиентов.

«Сейчас поток заказов таков, что мы уже не можем удовлетворить всех желающих, – говорит Шабратов. – Увы, это специфика России. Опыт показал, у нас имеет смысл выпускать столь наукоемкую продукцию малыми сериями, массовое же производство – налаживать за рубежом, где нет срывов поставок, низкого их качества, необязательности смежников».

Возникновение сканирующей зондовой микроскопии удачно совпало с началом бурного развития компьютерной техники, открывающей новые возможности использования зондовых микроскопов. В 1998 году в Центре перспективных технологий (Москва) создана модель сканирующего зондового микроскопа «ФемтоСкан-001», которым управляют также через Интернет. Теперь в любой точке земного шара исследователь сможет работать на микроскопе, а каждый желающий – «заглянуть» в микромир, не отходя от компьютера.

Сегодня подобные микроскопы используются только в научных

исследованиях. С их помощью совершаются наиболее сенсационные открытия в генетике и медицине, создаются материалы с удивительными свойствами. Однако уже в ближайшее время ожидается прорыв, и прежде всего, в медицине и микроэлектронике. Появятся микророботы, доставляющие по сосудам лекарства непосредственно к больным органам, будут созданы миниатюрные суперкомпьютеры.

Микроскопы на поверхностных плазмонах

Обычно с помощью видимого света наблюдать объекты ангстремной толщины нельзя. Однако существует микроскоп, позволяющий сделать это. Предел разрешающей силе микроскопа устанавливает явление дифракции света. Дифракция – огибание волнами препятствий. В более широком смысле – любое отклонение при распространении волн от законов геометрической оптики. В случае с микроскопом дифракция определяет то минимальное расстояние между двумя светящимися точками, при котором мы их увидели бы в микроскоп как две, а не одну.

После небольших вычислений оказывается, что минимальное расстояние, на котором могут находиться две светящиеся точки, будет порядка половины длины волны света, на которой они излучают. Так, для излучения на длине волны 630 нм можно рассчитывать на разрешение объектов размером не более 315 нм.

Но на явление дифракции можно взглянуть с другой стороны. Известно, что свет – это поток фотонов, квантовых частиц. Именно квантовая механика поможет нам понять, как получить разрешение, намного превосходящее дифракционный предел.

Дело в том, что соотношение неопределенности связывает два вектора импульс частицы и ее радиус-вектор. Как пишет С.И. Валянский в «Соросовском образовательном журнале»: «Теперь если задаться неопределенностью в определении импульса, то тем самым мы задали ту неопределенность в определение координаты квантового объекта, уменьшить которую мы уже не можем. Это задает нам некоторый объем в координатном пространстве. Пусть это будет некоторый кубик известного объема. Но никто не запрещает нам его деформировать, не изменяя его объем и не нарушая тем самым общего соотношения неопределенности. А деформируем мы этот кубик в некоторый тонкий блин, имеющий большую площадь, но маленькую толщину.

Если квант будет двигаться в направлении, параллельном плоскости этого блина, то в силу большой неопределенности его локализации в плоскости блина можно получить достаточно большую определенность в проекции импульса на эту плоскость. Вместе с тем мы получаем достаточно высокую локализацию кванта в перпендикулярном к этой плоскости направлении, но огромную неопределенность в проекции импульса на это направление.

Таким образом, точность определения направления движения кванта в плоскости, параллельной плоскости блина, напрямую связана с толщиной этого блина. Иначе говоря, чем в более тонкий блин раскатаем наш объем, тем с большей точностью мы сможем измерять направление движения кванта в плоскости блина. Итак, мы, оказывается, можем точно определять одну из проекций радиус-вектора и одну из проекций импульса. Только эти проекции взаимно перпендикулярны».

Но как теорию реализовать на практике? Ведь, чтобы работать с большими потоками квантов, локализованных в тонком слое, надо, чтобы они достаточно хорошо распространялись в этом тонком слое, поскольку мы хотим сделать область их локализации в направлении, перпендикулярном их движению, нанометровых размеров.

Вот здесь на помощь и приходят плазмоны. Плазмоны – это квазичастицы (кванты), возникающие в результате колебаний электронов проводимости относительно ионов. Для твердых тел, например металлов, это колебания электронов проводимости относительно ионного остова кристалла.

Квазичастицами они названы для того, чтобы отличить от настоящих квантовых частиц – электронов, протонов, нейтронов и т д. Их различие заключается в том, что если нагреть металл так, чтобы он превратился в газ исходно составлявших его атомов, то там никаких плазмонов не будет. Они существуют только тогда, когда есть металл как целое.

Нас в дальнейшем будут интересовать кванты электромагнитного поля, связанные с осцилляциями поверхностных зарядов при отсутствии возбуждающего поля. По аналогии с обычными плазмонами вводят квазичастицы – поверхностные плазмоны (ПП). Область их локализации находится вблизи поверхности раздела, где локализованы поверхностные заряды.

В 1902 году американский оптик Роберт Вуд обнаружил изменение интенсивности пучка света, дифрагирующего на решетке. Это было первое экспериментальное наблюдение поверхностных плазмонов в оптическом диапазоне. Но понято это было только в 1941 году, когда итальянскому физику-теоретику Уго Фано удалось объяснить аномалии Вуда. И только в конце 1960-х годов Андреас Отто применил идеи, развитые в работах немецкого физика, к электромагнитным волнам оптического диапазона. Он сформулировал условия, при которых можно возбуждать ПП-волны на гладких поверхностях, и указал метод их возбуждения в оптическом диапазоне длин волн. Тем самым был открыт путь к экспериментальному исследованию поверхностных плазмонов в оптическим диапазоне.

В 1971 году, через три года после выхода работы Отто, Эрвин Кречманн предложил еще одну схему возбуждения поверхностных плазмонов в оптическом диапазоне. В геометрии Кречманна тонкая проводящая пленка, на поверхности которой возбуждаются поверхностные плазмоны, наносится прямо на призму, с помощью которой они возбуждаются.

В 1988 году Вольфганг Кноль и Бенно Ротенхойслер предложили использовать поверхностные плазмоны для микроскопии. Они продемонстрировали рабочую модель микроскопа, в котором поверхностные плазмоны возбуждались по схеме Кречманна, для исследования специально сделанной сетки с известными параметрами. Результаты оказались столь впечатляющими, что вскоре этот новый прибор стал применяться в физике, химии, биологии и технике. Многие исследователи обратились к этому прибору из-за простоты его конструкции и высокого разрешения.

В основу конструкции поверхностно-плазмонного микроскопа положена схема возбуждения поверхностных плазмонов по методу Кречманна.

С.И. Валянский: «На гипотенузную грань прямоугольной треугольной призмы наносится тонкая металлическая пленка. Ее освещают со стороны призмы монохроматическим линейно поляризованным светом с расходимостью на порядок меньше, чем полуширина резонансной кривой для данной пленки. Причем вектор поляризации лежит в плоскости падения света – так называемый Р-поляризованный свет. Отраженный от пленки свет попадает на фотоматрицу, сигнал с которой обрабатывается компьютером. Мы помним, что разрешение в плоскости пленки у нас несколько микрон. Поэтому между призмой и фотоматрицей на пути света ставится телескоп, расширяющий пучок так, чтобы свет, идущий с микронной площадки пленки, захватывал несколько элементов фотоматрицы.

Это одна из простых схем поверхностно-плазмонного микроскопа, но далеко не единственная. Существует большое количество их модификаций, удобных для решения конкретных задач.

Как же работает поверхностно-плазмонный микроскоп? Условия резонансного возбуждения поверхностных плазмонов зависят не только от свойств металлической пленки, на поверхности которой они возбуждаются, но и от диэлектрических свойств среды, с которой эта пленка граничит. Любую тонкую пленку на поверхности металла можно представить как локальное изменение диэлектрических свойств внешней среды. А это сразу сказывается на условии резонансного возбуждения в этом месте поверхностных плазмонов. Иначе говоря, резонансная кривая смещается в этом месте относительно кривой для чистой пленки в область больших углов.

Значит, если настроить наш микроскоп на угол, соответствующий оптимальному возбуждению поверхностных плазмонов для чистой металлической пленки, то в тех местах, где будет находиться измеряемый объект, интенсивность отраженного света будет больше, и тем больше, чем толще этот фрагмент».

Микроскоп реагирует не на толщину, а на изменения параметра, зависящего от диэлектрической проницаемости и толщины измеряемого объекта. Главный элемент всего прибора – тонкая металлическая пленка. От правильного выбора ее толщины и качества зависит разрешение всего устройства.

Возбуждение поверхностных плазмонов происходит не при каком-то

определенном угле падения, а при наборе углов. Если вспомнить, что набор углов соответствует набору импульсов фотонов, то все станет понятным. Причина этого – конечное время жизни поверхностных плазмонов.

Разрешение микроскопа будет тем лучше, чем на большее расстояние сумеет распространиться ПП. Если скорость распространения его фиксирована, то за меньшее время жизни он распространится на меньшее расстояние. И ясно, что из-за поглощения и рассеяния на шероховатостях металлической пленки длина пробега может только уменьшиться.

Однако не только поверхность пленки ответственна за время жизни поверхностных плазмонов, но и ее объемные свойства. Диэлектрическая проницаемость металла имеет как действительную, так и мнимую часть. Из-за наличия последней происходит поглощение электромагнитной энергии и соответственно уменьшение времени жизни поверхностных плазмонов. Поэтому для увеличения разрешения микроскопа надо брать металл с минимальной величиной мнимой диэлектрической проницаемости. Таким металлом является серебро.

Неблагоприятным аспектом, однако, является то, что серебряная пленка быстро деградирует, окисляясь примерно за неделю. Но эту трудность удалось преодолеть, разработав метод защиты поверхности серебряной пленки.

Если металлическая пленка будет тонкой, то близкая граница призмы приведет к тому, что поверхностным плазмонам будет выгоднее распасться и преобразоваться в объемное излучение, чем оставаться поверхностным возбуждением, то есть время жизни его будет невелико. По той же причине доля энергии, которая идет на генерацию поверхностных плазмонов, будет невелика.

Очевидно, если толщина металлической пленки будет слишком большой, то практически вся энергия возбуждающей электромагнитной волны будет поглощаться в объеме пленки, не доходя до ее поверхности. И пленка будет работать как зеркало. Естественно, есть оптимальная толщина, которую и надо определить.

Данный эффект достаточно широко применяется в качестве метода исследования различных переходных слоев и тонких пленок. Это основная область его применения. Микроскоп и конструировали первоначально для наблюдения за организацией мономолекулярных ориентированных пленок в момент их формирования на поверхности жидкости и при переносе их на твердые подложки.

Другая область применения – биология, прямое наблюдение биологических объектов. В этом случае важно не столько высокое разрешение микроскопа по толщине, сколько высокое разрешение объектов, внутренняя структура которых определяется элементами с малыми изменениями в диэлектрической проницаемости.

Обычно биологи для наблюдения своих объектов вводят контрастную жидкость, после чего их можно наблюдать. Плазменный микроскоп позволяет

наблюдать их без этих ухищрений. При помощи подобного микроскопа можно, например, различить в водной среде границу между цитоплазмой и клеточной стенкой.

Микроскоп – сенсор на основе ПП-резонанса – можно использовать для снятия кинетики протекания химических и биохимических реакций, контролировать размер образующихся на поверхности комплексов.

Ускорители заряженных частиц

У современной физики есть испытанное средство проникать в тайны атомного ядра – обстрелять его частицами или облучить и посмотреть, что с ним произойдет. Для самых первых исследований атома и его ядра хватало энергии излучений, возникающих при естественном распаде радиоактивных элементов. Но вскоре этой энергии оказалось недостаточно, и, чтобы еще глубже «заглянуть» в ядро, физикам пришлось задуматься над тем, как искусственно создать поток частиц высоких энергий.

Известно, что, попав между электродами с разным зарядом, заряженная частица, например, электрон или протон, ускоряет движение под действием электрических сил. Это явление и породило в 1930-е годы идею создания так называемого линейного ускорителя.

По конструкции линейный ускоритель представляет собой длинную прямую трубку-камеру, внутри которой поддерживается вакуум. По всей длине камеры расставлено большое количество металлических трубок-электродов. От специального генератора высокой частоты на электроды подают переменное электрическое напряжение – так, что, когда первый электрод оказывается заряженным, допустим положительно, второй электрод будет заряжен отрицательно. Дальше снова положительный электрод, за ним – отрицательный.

Пучок электронов выстреливается из электронной «пушки» в камеру и под действием потенциала первого, положительного электрода начинает ускоряться, проскакивая сквозь него дальше. В этот же момент фаза питающего напряжения меняется, и электрод, только что заряженный положительно, становится отрицательным. Теперь уже он отталкивает от себя электроны, как бы подгоняя их сзади. А второй электрод, став за это время положительным, притягивает электроны к себе, еще более ускоряя их. Потом, когда электроны пролетят через него, он снова станет отрицательным и подтолкнет их к третьему электроду.

Так по мере движения вперед электроны постепенно разгоняются, достигая к концу камеры околосветовой скорости и приобретая энергию в сотни миллионов электрон-вольт. Через установленное в конце трубы окошко, непроницаемое для воздуха, порция ускоренных электронов обрушивается на изучаемые объекты микромира – атомы и их ядра.

Нетрудно понять, что чем больше энергия, которую мы хотим сообщить частицам, тем длиннее должна быть труба линейного ускорителя – десятки, а то и сотни метров. Но не всегда это возможно. Вот если бы свернуть трубу в компактную спираль. Тогда такой ускоритель свободно мог бы разместиться в лаборатории.

Воплотить эту идею в жизнь помогло еще одно физическое явление. Заряженная частица, попав в магнитное поле, начинает двигаться не по прямой, а «завивается» вокруг магнитных силовых линий. Так появился еще один тип ускорителя – циклотрон. Первым циклотрон был построен еще в 1930 году Э. Лоуренсом в США.

Основная часть циклотрона – мощный электромагнит, между полюсами которого помещена плоская цилиндрическая камера. Она состоит из двух полукруглых металлических коробок, разделенных небольшим зазором. Эти коробки – дуанты – служат электродами и соединены с полюсами генератора переменного напряжения. В центре камеры находится источник заряженных частиц – что-то вроде электронной «пушки».

Вылетев из источника, частица (предположим, что теперь это положительно заряженный протон) сразу же притягивается к электроду, заряженному в данный момент отрицательно. Внутри электрода электрическое поле отсутствует, поэтому частица летит в нем по инерции. Под влиянием магнитного поля, силовые линии которого перпендикулярны плоскости траектории, частица описывает полуокружность и подлетает к зазору между электродами. За это время первый электрод становится положительным и теперь выталкивает частицу, в то время как другой втягивает ее в себя. Так, переходя из одного дуанта в другой, частица набирает скорость и описывает раскручивающуюся спираль. Из камеры частицы выводятся с помощью специальных магнитов на мишени экспериментаторов.

Чем ближе скорость частиц в циклотроне подходит к скорости света, тем они становятся тяжелее и начинают постепенно отставать от меняющего свой знак электрического напряжения на дуантах. Они уже не попадают в такт электрическим силам и перестают ускоряться. Предельная энергия, которую удается сообщить частицам в циклотроне, составляет 25-30 МэВ.

Чтобы преодолеть этот барьер, частоту электрического напряжения, поочередно подаваемого на дуанты, постепенно уменьшают, подстраивая ее в такт «отяжелевшим» частицам. Ускоритель такого типа называется синхроциклотроном.

На одном из крупнейших синхроциклотронов в Объединенном институте ядерных исследований в Дубне (под Москвой) получают протоны с энергией 680 МэВ и дейтроны (ядра тяжелого водорода – дейтерия) с энергией 380 МэВ. Для этого потребовалось соорудить вакуумную камеру диаметром 3 метра и электромагнит массой 7000 тонн!

По мере того как физики все глубже проникали в структуру ядра, требовались частицы все более высоких энергий. Возникла необходимость

строить еще более мощные ускорители – синхротроны и синхрофазотроны, в которых частицы движутся не по спирали, а по замкнутой окружности в кольцевой камере. В 1944 году независимо друг от друга советский физик В. И. Векслер и американский физик Э.М. Макмиллан открыли принцип автофазировки. Суть метода заключается в следующем: если определенным образом подобрать поля, частицы будут все время автоматически попадать в фазу с ускоряющим напряжением. В 1952 году американские ученые Э. Курант, М. Ливингстон и Х. Снайдер предложили так называемую жесткую фокусировку, которая прижимает частицы к оси движения. С помощью этих открытий удалось создать синхрофазотроны на сколь угодно высокие энергии.

Существует и другая система классификации ускорителей – по типу ускоряющего электрического поля. Высоковольтные ускорители работают за счет высокой разности потенциалов между электродами ускоряющего пространства, которое действует все время, пока частицы пролетают между электродами. В индукционных ускорителях «работает» вихревое электрическое поле, индуцируемое (возбуждаемое) в месте, где в данный момент находятся частицы. И, наконец, в резонансных ускорителях используют изменяемое по времени и по величине электрическое ускоряющее поле, синхронно с которым, «в резонанс», происходит ускорение всего «комплекта» частиц. Когда говорят о современных ускорителях частиц на высокие энергии, имеют в виду в основном кольцевые резонансные ускорители.

В еще одном виде ускорителей – протонном – на очень высокие энергии к концу периода ускорения скорость частиц приближается к скорости света. Они обращаются по круговой орбите с постоянной частотой. Ускорители для протонов высоких энергий называют протонными синхротронами. Три самых крупных расположены в США, Швейцарии и России.

Энергия ныне действующих ускорителей достигает десятков и сотен гигаэлектронвольт (1 ГэВ = 1000 МэВ). Один из самых крупных в мире – протонный синхрофазотрон У-70 Института физики высоких энергий в городе Протвино под Москвой, вступивший в строй в 1967 году. Диаметр ускорительного кольца составляет полтора километра, общая масса 120 магнитных секций достигает 20000 тонн. Каждые две секунды ускоритель выстреливает по мишеням залпом из 10 в двенадцатой степени протонов с энергией 76 ГэВ (четвертый показатель в мире). Чтобы достигнуть такой энергии, частицы должны совершить 400000 оборотов, преодолев расстояние в 60000 километров! Здесь же сооружен подземный кольцевой тоннель длиной двадцать один километр для нового ускорителя.

Интересно, что пуски ускорителей в Дубне или Протвино в советские времена проводились только по ночам, поскольку на них подавалась чуть ли не вся электроэнергия не только Московской, но и соседних областей!

В 1973 году американские физики привели в действие в городе Батавии ускоритель, в котором частицам удавалось сообщить энергию в 400 ГэВ, а

потом довели ее до 500 ГэВ. Сегодня самый мощный ускоритель находится в США. Он называется «Тэватрон», поскольку в его кольце длиной более шести километров с помощью сверхпроводящих магнитов протоны приобретают энергию около 1 тераэлектронвольт (1 ТэВ равен 1000 ГэВ).

Чтобы достичь еще более высокой энергии взаимодействия пучка ускоренных частиц с материалом исследуемого физического объекта, надо разогнать «мишень» навстречу «снаряду». Для этого организуют столкновение пучков частиц, летящих навстречу друг другу в особых ускорителях – коллайдерах. Конечно, плотность частиц во встречных пучках не столь велика, как в материале неподвижной «мишени», поэтому для ее увеличения применяют так называемые накопители. Это кольцевые вакуумные камеры, в которые «порциями» вбрасывают частицы из ускорителя. Накопители снабжены ускоряющими системами, компенсирующими частицам потерю энергии. Именно с коллайдерами ученые связывают дальнейшее развитие ускорителей. Их сооружено пока считанные единицы, и находятся они в самых развитых странах мира – в США, Японии, ФРГ, а также в Европейском центре ядерных исследований, базирующемся в Швейцарии.

Современный ускоритель – это «фабрика» по производству интенсивных пучков частиц – электронов или в 2000 раз более тяжелых протонов. Пучок частиц из ускорителя направляется на подобранную, исходя из задач эксперимента, «мишень». При соударении с ней возникает множество разнообразных вторичных частиц. Рождение новых частиц и есть цель опытов.

С помощью специальных устройств – детекторов – эти частицы либо их следы регистрируют, восстанавливают траекторию движения, определяют массу частиц, электрический заряд, скорость и другие характеристики. Затем путем сложной математической обработки информации, полученной с детекторов, на компьютерах восстанавливают всю «историю» взаимодействия и, сопоставив результаты измерений с теоретической моделью, делают выводы: совпадают реальные процессы с построенной моделью или нет. Именно так добывается новое знание о свойствах внутриядерных частиц.

Чем выше энергия, которую приобрела частица в ускорителе, тем сильнее она воздействует на атом «мишени» или на встречную частицу в коллайдере, тем мельче будут «осколки».

С помощью коллайдера в США, например, проводятся эксперименты с целью воссоздания в лабораторных условиях Большого взрыва, с которого, как предполагается, началась наша Вселенная. В этом смелом эксперименте принимали участие физики из двадцати стран, среди которых были и представители России. Российская группа летом 2000 года непосредственно участвовала в эксперименте, дежурила на ускорителе, снимала данные.

Вот что говорит один их российский ученых – участников этого эксперимента – кандидат физико-математических наук, доцент МИФИ Валерий Михайлович Емельянов: «В 60 милях от Нью-Йорка, на острове Лонг-Айленд, был построен ускоритель RHIC – Relativistic Heavy Ion Collider – коллайдер на

тяжелых релятивистских ионах. „Тяжелых" – поскольку уже в этом году он начал работать с пучками ядер атомов золота. „Релятивистских" – тоже понятно, речь идет о скоростях, при которых во всей красе проявляются эффекты специальной теории относительности. А „коллайдером" (от collide – сталкиваться) он называется потому, что в его кольце происходит столкновение встречных пучков ядер. Кстати, в нашей стране ускорителей такого типа нет. Энергия, которая приходится на один нуклон, составляет 100 ГэВ. Это очень много – почти вдвое больше ранее достигнутого. Первое физическое столкновение было зафиксировано 25 июня 2000 года». Задачей ученых было попытаться зарегистрировать новое состояние ядерного вещества – кварк-глюонную плазму.

«Задача очень сложна, – продолжает Емельянов, – а математически – вообще некорректна: одно и то же фиксируемое распределение вторичных частиц по импульсам и скоростям может иметь совершенно разные причины. И только при детальном эксперименте, в котором задействована масса детекторов, калориметры, датчики множественности заряженных частиц, счетчики, регистрирующие переходное излучение, и т п., есть надежда зарегистрировать тончайшие отличия, присущие именно кварк-глюонной плазме. Механизм взаимодействия ядер при столь больших энергиях интересен сам по себе, но куда важнее, что впервые в лабораторных условиях мы можем исследовать зарождение нашей Вселенной».

Голография

Первые голограммы получил в 1947 году венгерский физик Деннис Габор, работавший тогда в Англии. Это название восходит к словам «холос» (весь, полностью) и «грамма» (написание). До изобретения венгерского ученого любая фотография была плоской. Она передавала лишь два измерения предмета. Глубина пространства ускользала от объектива.

В поисках решения Габор отталкивался от одного известного факта. Лучи света, отброшенные трехмерным объектом, достигают фотопленки в разные моменты времени. И все они проделывают различный путь за разное время. Говоря научным языком: все волны приходят с фазовым смещением. Смещение зависит от формы предмета. Ученый пришел к выводу, что объем любого предмета можно выразить через разность фаз отраженных световых волн.

«Конечно, человеческий глаз не в состоянии уловить это запаздывание волн, – пишет в журнале „Всемирный следопыт" Николай Малютин, – ибо оно выражается в очень маленьких промежутках времени. Данную величину надо преобразовать в нечто более осязаемое, например в перепады яркости. Это и удалось ученому, прибегнувшему к одному трюку. Он решил наложить волну, отраженную от предмета – то есть искаженную – на попутную („опорную")

волну. Происходила „интерференция". Там, где встречались гребни двух волн, они усиливались – там появлялось светлое пятно. Если же гребни волны накладывались на впадину, волны гасили друг друга, там наблюдалось затемнение. Итак, при взаимном наложении волн возникает характерная интерференционная картина, чередование тонких линий, белых и черных. Эту картину можно запечатлеть на фотопластинке – голограмме. Она будет содержать всю информацию об объеме предмета, попавшего в объектив.

Чтобы «объемный портрет» получился очень точным и детальным, надо использовать световые волны одинаковой фазы и длины. При дневном или искусственном освещении такой фокус не пройдет. Ведь свет обычно представляет собой хаотическую смесь волн разной длины. В нем есть все краски: от коротковолнового голубого излучения до длинноволнового красного. Эти световые компоненты самым причудливым образом сдвинуты по фазе».

Поскольку источников когерентного света в то время не существовало, ученый использовал излучение ртутной лампы, «вырезав» из него с помощью различных ухищрений очень узкую спектральную полоску. Однако мощность светового потока при этом становилась такой мизерной, что на изготовление голограммы требовалось несколько часов. Само качество голограмм оказалось весьма низким. Причины были в несовершенстве и источника света, и самой оптической схемы записи. Дело в том, что при записи голограммы возникает сразу два изображения по разные стороны пластинки.

У венгерского ученого одно из них всегда оказывалось на фоне другого, и при их фотографировании резким оказывалось только одно изображение, в то время как второе создавало на снимке размытый фон. Чтобы в таком случае увидеть изображение на голограмме, ее нужно просветить насквозь излучением той же длины волны, которая применялась при записи. Но есть и очевидное преимущество: такое объемное изображение создается любым, даже самым маленьким участком голограммы-пластинки, вследствие того, что луч, рассеиваемый каждой точкой предмета, освещает голограмму полностью. Выходит, любая ее точка хранит информацию обо всей освещенной поверхности объекта.

Появление лазера дало новый толчок развитию голографии, поскольку его излучение обладает всеми необходимыми качествами: оно когерентно и монохроматично. В 1962 году в США физики Эммет Лейт и Юрис Упатниекс создали оптическую схему топографической установки, которая с некоторыми изменениями используется до сих пор. Для того чтобы устранить наложения картинок, лазерный луч расщепляют на два и направляют на пластинку под разными углами. В результате голографические картинки формируются независимыми лучами, идущими по разным направлениям.

Другой принципиально новый способ голографирования удалось создать российскому физику Юрию Николаевичу Денисюку. Ученый использовал интерференцию встречных пучков света. Попадая на пластинку с разных

сторон, пучки складываются в слое фотоэмульсии, формируя объемную голограмму.

С появлением лазера давняя идея Габора наконец-то была реализована. В 1971 году ученый получил за свое изобретение Нобелевскую премию по физике.

В 1969 году Стивен Бентон придумал способ изготовления голограмм при обычном, белом свете. «Для этого, – отмечает Малютин, – с помощью фотошаблона – тонкого слоя с множеством микрошлицов – надо изготовить „мастер-голограмму" и копировать ее голографическим способом. Шлицевой шаблон, наподобие призм, расщепляет дневной свет на основные цвета спектра. В каждый из шлицов входит световой пучок одной-единственной длины волны. Это обеспечивает интерференцию и помогает получить картинку, яркую, разноцветную, сверкающую разными красками в зависимости от угла зрения, – ту самую голограмму, к которому мы привыкли за последние годы».

Главное преимущество цветной голографии кроется в том, что ее можно копировать машинным способом, используя определенную технику тиснения. Красочную копию экспонируют на особый светочувствительный слой – фоторезистный лак. Этот материал отличается высокой разрешающей способностью. (Его применяют, например, в микролитографии, чтобы нанести на плату те или иные элементы микросхемы.)

В нашем случае, при массовом тиражировании голограмм, вначале берут цифровую камеру и фотографируют объект со всех сторон. Компьютер соединяет отдельные снимки. И вот трехмерное изображение готово. Затем в лаборатории лазер «гравирует» эту картинку на фоточувствительной пластине. Получается тонкий поверхностный рельеф. С помощью электролиза «гравюру» наносят на никелевую матрицу.

Матрица нужна для массового тиражирования голограмм. Их оттиски – по методу горячего тиснения – получают на металлической фольге. Теперь, как только луч света падает на голограмму, она начинает играть всеми цветами радуги. Среди этого многоцветья предстает перед зрителем изображенный предмет. Подобные голограммы дешевы. Изготовить их можно в любом количестве, лишь бы было оборудование.

Такие голограммы используют во всем мире в качестве наклеек на товарные упаковки и документы. Они служат прекрасной защитой от подделок: скопировать голографическую запись очень трудно.

Можно создавать голограммы, на которых изображены предметы, не существующие в реальности. Достаточно компьютеру задать форму объекта и длину волны падающего на него света. По этим данным компьютер рисует картину интерференции отраженных лучей. Пропустив световой пучок сквозь искусственную голограмму, можно увидеть объемное изображение придуманного предмета.

По мнению Сергея Транковского: «Настоящим подарком голография стала

для инженеров: теперь они могут исследовать и регистрировать процессы и явления, описанные порой только теоретически.

Например, лопатки турбореактивного авиационного двигателя во время работы нагреваются до сотен градусов и деформируются. Каким образом распределяется при этом напряжение в детали, где находится ее слабое место, угрожающее разрушением, – определить это прежде было либо крайне сложно, либо вообще невозможно. С помощью голографических методов такие исследования проводят без особого труда.

Освещенная лазерным светом, голограмма восстанавливает световую волну, отраженную деталью при съемке, и изображение появляется там, где раньше находилась деталь. Если же деталь осталась на месте, возникают сразу две волны: одна идет непосредственно от объекта, другая – от голограммы. Эти волны когерентны и могут интерферировать. В том случае, если объект во время наблюдения подвергся деформации, его изображение покрывается полосами, по которым судят о характере изменений.

Методы топографического контроля очень удобны. Они позволяют измерять величину деформации деталей и амплитуду их вибрации, исследовать поверхности предметов сложной формы, следить за точностью изготовления как очень больших изделий (например, зеркал диаметром в несколько метров для телескопов), так и миниатюрных линз (как в микроскопе). Объект может плохо отражать свет, иметь неровную поверхность, быть совершенно прозрачным – на качество голограммы это не влияет. Благодаря мощным лазерным импульсам голограммы записывают за тысячные доли секунды. А потому сейчас можно изучать взрывы, электрические разряды и потоки газов, движущиеся со сверхзвуковой скоростью».

С помощью голограммы можно видеть сквозь матовое стекло или другую рассеивающую свет преграду. С рассеивателя снимают голограмму и совмещают одно из восстановленных с нее изображений с самим рассеивателем. Световые волны, идущие навстречу друг другу от голограммы и от рассеивателя, складываются и взаимно уничтожаются. Преграда исчезает, а предмет, лежащий за ней, становится виден во всех подробностях.

У современных технологов появилась новая идея. Она основана на способности лазера по заданной программе «сделать» из заготовки деталь любой формы и размера. Достаточно внутрь технологического лазера вставить голограмму эталонной детали, чтобы избавиться от необходимости писать программу и настраивать лазерную установку. Голограмма сама «подберет» такую конфигурацию луча и распределение его интенсивности, что «вырезанная» деталь будет точной копией эталона.

Надо обратить внимание на еще один, очень похожий способ выделения полезных сигналов, который называется оптической фильтрацией, или распознаванием образов. Подобным образом можно отыскивать нужные изображения среди множества других похожих, например отпечатков пальцев. Для этого с эталона необходимо сделать голограмму, а затем поставить на

пути светового пучка, отраженного от проверяемого объекта. Голограмма пропустит свет только от объекта, полностью идентичного эталону, «бракуя» другие изображения. Яркое пятно на выходе оптического фильтра – сигнал, что объект обнаружен. Примечательно, что поиск ведется с огромной скоростью, недостижимой при использовании других методов, поскольку он может вестись автоматически.

«Голографические методы, – пишет Транковский, – применимы не только к свету – электромагнитному излучению, но и к любым другим волнам. В частности, предмет, погруженный в непрозрачную или мутную жидкость, можно разглядеть с помощью звука. Излучатели акустических колебаний создают в жидкости две когерентные волны. Одна (предметная) „озвучивает" предмет, вторая (опорная) – поверхность жидкости. Их интерференция вызывает на ней рябь – так называемую акустическую голограмму. Освещая ее пучком лазерного света, восстанавливают объемное изображение предмета, лежащего в воде. Впрочем, поступают и по-другому: сигнал от системы миниатюрных микрофонов записывают на фотопластинку в виде полос почернения, а потом восстанавливают с нее объемное изображение лучом лазера».

Тепловизорная диагностика

Внутреннее строение Земли, веществ, из которых она состоит, изучают геология и геофизика. Геологические методы позволяют исследовать только верхнюю часть земной коры. Пробурить скважину даже на глубину в несколько километров очень непросто. Геофизика позволяет проникнуть внутрь Земли гораздо дальше. Эта наука исследует аномалии земных полей, такие как отклонения плотности, магнитной восприимчивости, удельного электрического сопротивления, скорости распространения упругих волн и т д.

Для глубинного (до 10000 метров) изучения крупных частей суши и океанов, разведки месторождений нефти, газа и твердых полезных ископаемых используют методы разведочной геофизики. Они включают в себя гравиразведку, магниторазведку, электроразведку, сейсморазведку, терморазведку, ядерную геофизику – всего более ста методов.

Метод гравиразведки основан на очень точном измерении силы тяжести Земли, то есть гравитационного поля планеты. Земля – не однородный шар, в ней есть пустоты и области уплотнения, например залежи руды. В результате сила тяжести над ними оказывается либо чуть меньше, либо чуть больше среднего значения. Эти изменения и регистрируют гравиметрами.

С помощью магниторазведки изучают геомагнитное, или естественное магнитное, поле Земли. Его величина зависит от размеров и глубины залегания намагниченных объектов, например залежей железных руд. Магнитометрами измеряют абсолютную величину магнитного поля либо его

относительные значения, которые сравнивают с измеренными в опорных пунктах.

Методы электроразведки основаны на изучении возникающих природных и искусственных электрических полей. Первые – результат солнечного и космического излучений, непрерывных ударов молний в землю, химических и физических реакций. Вторые возникают при воздействии на Землю линий электропередачи, антенн теле– и радиостанций. По характеристикам электрического поля (например, по сопротивлению) исследователи научились различать горные породы и залежи металлических руд.

При радиолокационных исследованиях применяют георадары. Такой радиолокатор «смотрит» внутрь Земли. Антенна георадара излучает радиоимпульс, отражающийся от плотных пород и возвращающийся к принимающей антенне. Почва и горные породы быстро поглощают радиоволны, поэтому проникают они только на глубину в несколько десятков метров. Метод основан на отличии скорости распространения радиоволн, зависящей от физических свойств горных пород и жидкостей, их насыщающих (воды, нефти).

Тепловые поля Земли, возникшие в результате сложных физических и химических процессов, исследуются при помощи тепловизоров. Их чувствительные элементы принимают инфракрасное (тепловое) излучение глубинных пород. Излучение это очень слабое, поэтому приемники тепловизора охлаждаются жидким азотом или гелием до температуры минус 200—230 градусов Цельсия. Принятые сигналы поступают на экран телевизора или фиксируются на фотопленке. Распределение температур зависит от внутреннего строения планеты.

Разлом земной коры, даже давно затянувшийся наносными породами, дает о себе знать температурными аномалиями на поверхности земли. Изучая их динамику, можно судить о явлениях, которые вызывают напряжения и деформации в земной коре, чреватые катаклизмами. Сотрудники Института аэрокосмического приборостроения из столицы Татарии это делать научились.

«Потрясающие снимки показал мне Роберт Мухамедяров, – пишет в журнале „Чудеса и приключения" Михаил Дмитрук, – на них видно все, что находится в недрах на глубинах до нескольких километров.

– Смотрите: это разломы земной коры, – провел он пальцем вдоль светлых полос. А потом указал на темные пятна: – Здесь находятся месторождения нефти и газа.

Эти снимки получены с помощью аэрокосмической аппаратуры, которая сделала недра почти прозрачными. Сквозь землю стало видно, как сквозь стекло. Что за чудеса?

– Мы установили взаимосвязь между плотностью пород и температурой на поверхности земли, – объясняет Роберт Давлетович. – Проще не скажешь. В разных местах температура отклоняется на мизерные величины, но их фиксирует наша сверхчувствительная аппаратура. Компьютер вычерчивает на

снимке линии одинаковых температур. Там, где линии сгущаются, выше плотность вещества в недрах (скальные породы, залежи металлических руд). А разрежаются линии там, где породы разуплотнены (разломы земной коры, карстовые пустоты, линзы подземных озер, залежи угля, нефти, газа). Дешифровав тепловизорные снимки, компьютер выдает цветные изображения местности, на которых, как на ладони, видно глубинное строение недр.

Профессор развеял мои сомнения. Он показал другие подземные снимки, которые очень легко проверить. Их сделали не из космоса, а с самолета или вертолета, поэтому разрешающая способность снимков повысилась в сотни раз. И на них четко видны подземные коммуникации – их невозможно различить даже на поверхности невооруженным глазом. Вот передо мной поле, где скосили урожай пшеницы. На его тепловом изображении видны перекрещивающиеся газопроводы, которые под полем зарыты в землю. А вот план этих сооружений, взятый у газовиков: он точно совпадает с тепловизорным снимком. Мало того, на нем четко видны места повреждения изоляции на подземных трубах, а также утечки газа. Эта информация очень нужна газовикам, и ученые готовы предоставить ее. Кстати, их летающая аппаратура дает раз в десять больше сведений, чем робот, ползающий в трубе. А получить эти данные сверху можно в тысячи раз быстрее. Но, может, это стоит бешеных денег? Нет, аэрокосмическая диагностика гораздо дешевле внутритрубной».

В 1979 году Роберта Мухамедярова, будущего доктора технических наук, профессора, перевели в НПО «Государственный институт прикладной оптики» начальником отдела и главным конструктором приборов для космических аппаратов. Позднее именно под его руководством отдел перерос в отделение, а в 1990 году выделился из НПО как самостоятельный Институт аэрокосмического приборостроения в Казани. Однако в новейшую российскую историю, как и многие российские предприятия, благополучно сел на мель.

До сих пор на спутнике «Океан» аппаратура, сделанная в институте, дает изображение не хуже, чем американская. Но вместе с кризисом космической отрасли в России стала не нужна и казанская аппаратура для спутников. Работа в новых условиях заставила перейти на самолеты и вертолеты. Но, как говорится, нет худа без добра: с малых высот сотрудники института при помощи своей аппаратуры стали делать еще более удивительные открытия, чем из космоса.

Тепловизорные снимки могут потрясти любого. Так, к примеру, сквозь огромную металлическую емкость для хранения нефти сверху можно увидеть… трещину в железобетонном фундаменте этого сооружения. Машины давно уехали, а на стоянке остались их тепловые тени. Глубоко в море виден тепловой след затонувшего корабля. А вот еще одно чудо: на снимке сквозь землю проступают контуры еще не раскопанных археологами фундаментов древних зданий!

«Но Роберт Давлетович гордится и другими снимками, – пишет Дмитрук, –

по которым можно диагностировать здания и сооружения. Под домами, мостами, дорогами, трубопроводами четко видны разломы коры, карстовые пустоты, коллекторы, потоки грунтовых вод, прочие сюрпризы природы. Если бы о них заранее знали строители, то обошли бы стороной эти гиблые места. Но объекты уже построены, их фундаменты и опоры проваливаются в пустоты и плывуны, вызывая деформацию зданий и сооружений. Долго ли они еще простоят и в каких местах их надо укреплять? Это тоже видно: все напряжения и деформации вызывают небольшие отклонения температуры, которые ясно проявляются на снимках».

В институте запатентовали много новых принципов и устройств, которые позволяют увеличивать разрешающую способность тепловизоров практически неограниченно. Здесь научились улавливать одну десятитысячную долю градуса – это вполне достаточно для технической диагностики зданий и сооружений. Кроме того, снимки можно делать ночью во время сжатия строительных материалов и днем – во время их температурного расширения. В такие моменты особенно ярко проявляются все дефекты – и настоящие, и будущие.

Но главное – диагностика земной коры: по напряжениям и деформациям в ее пластах можно прогнозировать подвижки, вызывающие землетрясения. Предвидеть землетрясения архиважно для любой страны, которая находится в зоне повышенной сейсмичности.

Мухамедяров готов дать прогноз, где и когда случатся такие катаклизмы. При одном условии – если получит средства на эти исследования.

Сверхглубокое бурение скважин

Земля как объект исследования геологии доступна для прямого наблюдения только с поверхности. О ее составе и строении можно судить лишь по косвенным данным. Оттого и стремятся геологи проникнуть как можно дальше в глубь Земли с помощью бурения. Современная техника позволяет бурить скважины на континентах глубиной до 10-15 километров.

Буровые скважины чаще всего делают для разведки месторождений полезных ископаемых, для извлечения из недр воды, нефти и газа, а также для инженерных изысканий и других прикладных целей. Кроме того, с 1970-х годов бурение все шире используется как метод решения фундаментальных научных проблем современной геологии. Кстати, сами результаты научного бурения во многом оказались неожиданными и заставили пересмотреть теоретические представления, которые до этого казались очевидными и незыблемыми.

Начало систематического научного бурения относится к 1960-м годам. В 1968 году в США было спущено на воду специальное буровое судно, и началась реализация международной программы глубоководного бурения в

океанах. За более чем тридцатилетнюю историю в Мировом океане пробурили сотни скважин, которые пересекли рыхлые осадки океанского дна и углубились в подстилающие базальты. Самая глубокая из скважин была пробурена в Тихом океане к югу от берегов Коста-Рики. Ее глубина достигла 2105 метров ниже океанского дна. Океанское бурение открыло новую страницу в геологии, поскольку раньше точных данных о строении дна океанов практически не было.

Теперь о бурении на суше. Скважины научного бурения на континентах, как правило, относятся к категориям глубоких (3-7 километров) или сверхглубоких (более 7 километров). В этом отношении с ними можно сопоставить лишь скважины, которые бурятся для поисков, разведки и эксплуатации глубоко залегающих месторождений нефти и газа в США. Самая глубокая скважина из них – Берта Роджерс (9583 метра) была пробурена в 1973—1974 годах всего за 502 дня. Столь высокая скорость проходки обусловлена двумя факторами. Первый – возможности американской техники. Второй – бурение осуществлялось без отбора керна, то есть без подъема образцов горных пород на поверхность. Отбор керна требует большого дополнительного времени, но совершенно необходим при научном бурении. По этой причине глубокие и сверхглубокие поисковые и разведочные скважины имеют достаточно ограниченное значение как источники научной информации.

Первая программа систематического сверхглубокого континентального бурения с научными целями разработана и осуществлена в СССР. Основы этой программы были сформулированы еще в 1960—1962 годах. В мае же 1970 года на севере Мурманской области в десяти километрах от города Заполярного началось бурение Кольской сверхглубокой скважины. Ее проектную глубину определили в пятнадцать километров Но достичь ее не удалось, в 1991 году бурение прекратили на глубине 12261 метр. Тем не менее Кольская скважина до сих пор остается самой глубокой в мире.

Успехи Советского Союза не могли не подстегнуть другие страны. Ускорили разработку программ научного континентального бурения в Германии, Франции, США, Канаде, Японии, Великобритании. Одного из лучших результатов добились немцы, пробурившие сверхглубокую скважину КТБ-Оберпфальц в Баварии (1990—1994 годы), которая достигла глубины 9101 метр.

«Существуют разные способы бурения, – пишут в „Соросовском образовательном журнале" В.С. Попов и А.А. Кременецкий. – Если глубина скважин невелика (сотни метров), то двигатель, находящийся на поверхности, вращает колонну стальных бурильных труб, на нижнем конце трубы крепится буровая коронка, армированная твердыми сплавами или алмазами. Вращаясь, коронка вырезает цилиндрический столбик породы, который постепенно заполняет специальную внутреннюю (колонковую) трубу. При бурении без отбора керна часто используют буровые головки, которые представляют собой

систему нескольких вращающихся конусов, армированных твердыми сплавами. Если стенки скважины неустойчивы, в нее опускают стальную обсадную трубу. В процессе бурения насос постоянно закачивает в скважину специальный глинистый раствор, необходимый для придания устойчивости стенкам, охлаждения инструмента, выноса мелких частиц породы (шлама) и для других целей. Время от времени колонну буровых труб поднимают на поверхность с помощью лебедки, установленной на буровой вышке, выгружают керн, если необходимо, заменяют изношенную коронку на новую и опять опускают буровой снаряд на забой.

Бурение сопровождается измерениями физических свойств пород вдоль ствола скважины. Для этого на специальном кабеле в скважину опускают приборы, которые фиксируют температуру, электропроводность, магнитную восприимчивость, радиоактивность и другие свойства пород. Этот процесс называют каротажем скважин».

Опыт бурения в США и других странах показал следующее. За счет мощности двигателей и давления насосов, нагнетающих буровой раствор, а также увеличения грузоподъемности лебедок и прочности стальных буровых труб, таким способом можно бурить скважины глубиной до 9-10 километров. Для бурения более глубоких скважин необходимы другие нетрадиционные инженерные решения. И такие решения были предложены и реализованы в ходе выполнения программ сверхглубокого научного бурения.

Выяснилось, что в тех случаях, когда забой скважины находится на многокилометровой глубине, целесообразно использовать забойные двигатели, установленные не на поверхности, а в нижней части буровой колонны, которая при этом сама не вращается. Забойные двигатели – это миниатюрные турбины или винтовые механизмы, которые приводятся во вращение буровым раствором, нагнетаемым под давлением в скважину.

Для уменьшения веса колонны буровых труб, достигающих длины несколько километров, их изготавливают из специальных легких, но достаточно прочных и термостойких сплавов. Алюминиевые сплавы, использованные при бурении Кольской скважины, были в 2,4 раза легче стали.

При достижении большой глубины возникает значительная разница между гидростатическим давлением столба бурового раствора и литостатическим (горным) давлением, обусловленным весом горных пород. Это может привести к разрушению стенок скважины, а это, в свою очередь, вызывает серьезные осложнения при бурении. Для достижения равновесия горного давления увеличивают плотность бурового раствора, добавляя в него специальные наполнители.

«Одна из наиболее сложных технических задач, – пишут Попов и Кременецкий, – заключается в том, чтобы обеспечить надежную работу бурового оборудования при высоких температурах, существующих в сверхглубоких скважинах. Это касается металлических деталей, их соединений, смазок, бурового раствора и измерительной аппаратуры. Хотя на

забое, то есть в самой нижней точке скважины Солтон-Си в США на глубине 3220 метров была зафиксирована температура 355 градусов Цельсия, а в другой скважине, пробуренной до 1440 метров в одной из молодых вулканических структур на западе США, измеренная температура достигала 465 градусов, современные технические средства не позволяют бурить сверхглубокие скважины при столь высоких температурах в течение длительного времени, поскольку термостойкость существующего бурового оборудования не превышает 200—300 градусов. Самые большие проблемы возникают с измерительной аппаратурой, особенно с электроникой, которая отказывает уже при 150 градусов. Водные буровые растворы сохраняют технологические свойства до 230—250 градусов. При более высокой температуре приходится переходить на нефтяную основу растворов и применять более сложные смеси. Высокая температура земных недр остается одним из главных факторов, ограничивающих глубину научного бурения.

Серьезные технические трудности связаны с самопроизвольным искривлением глубоких скважин в процессе бурения из-за неравномерного разрушения пород на забое, геологических неоднородностей разреза и других причин. Например, забой Кольской скважины на глубине около 12 километров отклонился от вертикали на 840 метров. Существуют технические приемы удержания скважины в вертикальном положении. Так, благодаря удачной конструкции специального приспособления скважина КТБ-Оберпфальц в Германии оставалась до глубины 7500 метров самой вертикальной скважиной в мире. Однако глубже это приспособление вышло из строя из-за высокой температуры и давления, и скважина пошла своим путем; в результате на глубине 9101 метр она отклонилась от вертикали на 300 метров».

Сверхглубокое бурение потребовало создания специальной измерительной аппаратуры, контролирующей условия вдоль ствола и на забое. Малопригодной оказалась обычная технология каротажа с датчиками, которые опускают в скважину на термостойком кабеле. В результате длительных поисков удалось разработать телеметрическую и другую электронную аппаратуру, крепящуюся на буровом снаряде, а также автономные измерительные приборы, которые опускаются вниз и выносятся наверх потоком бурового раствора. Теперь сигналы датчиков могут передаваться не по проводам, а гидравлическим способом путем создания импульсов давления в буровом растворе.

Надо отметить, что глубокие и сверхглубокие скважины имеют телескопическую конструкцию. Бурение начинают с самого большого диаметра, а затем переходят на меньшие. Так, в Кольской скважине диаметр с 92 сантиметров в верхней части снизился до 21,5 сантиметров. А в скважине КТБ-Оберпфальц – с 71 сантиметра до 16,5 сантиметров.

Механическая скорость бурения сверхглубоких скважин составляет 1-3 метра в час. За один рейс между спуско-подъемными операциями можно углубиться на 6-10 метров. Средняя скорость подъема колонны буровых труб

равна 0,3-0,5 метров в секунду. В целом бурение одной сверхглубокой скважины занимает годы и стоит очень дорого. Например, бурение сверхглубокой скважины в Германии обошлось в 583 миллиона немецких марок. Затраты на сверхглубокое бурение в нашей стране были не меньше.

При бурении глубоких скважин не обходится, конечно, и без аварий. Наиболее часто они вызваны мертвым прихватом бурового снаряда. На устранение аварий требуется много времени. Порою же они не позволяют продолжить работу, и приходится начинать бурение нового ствола. Можно понять, насколько дорог и в прямом, и переносном смысле многокилометровый столбик керна диаметром от 5 до 20 сантиметров, который является одним из основных, но не единственным результатом научного бурения. Керн тщательно документируют и хранят в специальных помещениях. Затем его подробно изучают большие коллективы специалистов. Так, материал, полученный при бурении немецкой сверхглубокой скважины, изучали около 400 ученых. Позднее они опубликовали на их основе 2000 научных работ!

Когда собственно бурение завершено, работа на сверхглубокой скважине не прекращается. Скважина превращается в постоянно действующую лабораторию. Специалисты продолжают следить за изменением режима земных недр вдоль ствола скважины и в околоскважинном пространстве, проводят различные эксперименты. Такие лаборатории были созданы на базе Кольской и Воротиловской скважин в России и скважины КТБ-Оберпфальц в Германии.

Глубоководный обитаемый подводный аппарат «Мир»

Одно из самых древних приспособлений для спуска человека под воду – водолазный колокол. Говорят, что в таком устройстве спускался под воду еще Александр Македонский. Сначала колокол очень походил на большую деревянную бочку, подвешенную на веревке вверх дном и опущенную в таком положении в воду. Воздух в бочке давал возможность дышать сидящему в ней водолазу. Со временем водолазный колокол совершенствовался, оснащался различными приспособлениями, облегчающими работу человека под водой. Он и сегодня применяется для доставки водолазов к месту работы.

Недостаток колокола очевиден – он очень ограничивает возможность передвижения под водой. А вот созданный в конце XIX века водолазный скафандр позволил человеку свободно работать под водой. Сейчас используются скафандры двух типов – мягкие и жесткие. Первые состоят из резинового костюма и металлического шлема со смотровым окном – иллюминатором. Воздух для дыхания подается с поверхности по резиновому шлангу, присоединенному к шлему, а отработанный воздух выпускается через специальный клапан в воду. В таком скафандре человек может работать на

глубине до 100 метров. Жесткий скафандр состоит из стального цилиндра для туловища и системы меньших цилиндров для рук и ног, закрепленных на шарнирах. Он позволяет погружаться на глубину вдвое больше.

В начале 1940-х годов известные французские ученые Ж.И. Кусто и Э. Ганьяном изобрели акваланг. Именно он позволил приобщиться к глубинам моря самому широкому кругу людей: спортсменам-подводникам, археологам, исследователям морской флоры и фауны, геологам и океанологам. Однако в акваланге нельзя погружаться на большие глубины.

Начать освоение больших глубин помогла батисфера (от греческих слов «батхиз» – «глубокий» и «сфера» – «шар») – прочная стальная камера шарообразной формы с герметичным входным люком и несколькими иллюминаторами из прочного стекла. Она опускается с надводного судна на прочном стальном тросе. Запас воздуха хранится в баллонах, а углекислый газ и водяные пары поглощаются специальными химическими веществами. На одном из таких аппаратов под названием «Век прогресса» в 1934 году американцы У. Биб и О. Бартон спустились на рекордную для того времени глубину – 923 метра.

Но самых больших успехов в исследовании морских глубин достиг швейцарский ученый Огюст Пиккар. Еще в 1937 году он начал конструировать свой первый батискаф. Однако работу прервала война. Поэтому первый аппарат им был построен только в 1948 году. Он был сделан в виде металлического поплавка, заполненного бензином, потому что бензин легче воды, практически не поддается сжатию и оболочка поплавка не деформируется под влиянием огромных давлений. Снизу к поплавку подвешена шарообразная гондола из прочнейшей стали и балласт.

В 1953 году Огюст и его сын Жак опустились в батискафе «Триест» на глубину 3160 метров. А в январе 1960 года Ж. Пиккар и американец Д. Уолш в том же, только усовершенствованном, батискафе достигли самой глубокой отметки Мирового океана – дна Марианской впадины в Тихом океане на глубине 10912 метров.

Однако таких сверхглубоких впадин немного. Главные богатства скрыты на средних глубинах – от нескольких десятков метров до 2-3 километров. И здесь вместо малоподвижных батисфер и батискафов нужны маневренные аппараты, оснащенные современными комплексами приборов и механизмов. Таким аппаратом стал советский «Мир».

Глубоководный обитаемый подводный аппарат «Мир» предназначен для исследований на глубинах до 6000 метров. Он может находиться под водой целых 80 часов. Длина аппарата – 6,8 метра, ширина – 3,6 метра, а высота – 3 метра. Диаметр сферического корпуса «Мира» – 2,1 метра. Вход расположен в верхней части. На борту «Мира» могут работать одновременно три человека. Экипаж поддерживает постоянную связь с судном по гидроакустическому каналу.

Когда «Мир» погружается, балластные цистерны заполняются водой, а при

подъеме на поверхность включаются насосы и выкачивают воду. Ходовой электродвигатель, который питается от аккумуляторов, позволяет двигаться со скоростью до 9 километров в час. Два боковых двигателя позволяют осуществлять сложные маневры.

«Мир» оборудован телевизионной видеокамерой, фотоустановкой и мощными светильниками. Два манипулятора отбирают образцы грунта, животных и растительности. Пробы воды берут батометры. Аппарат снабжен небольшой буровой установкой, что позволяет брать пробы скального грунта. Для наблюдения есть иллюминаторы. Диаметр центрального составляет 210 миллиметров, а боковых – по 120 миллиметров.

Два аппарата «Мир» базируются на борту научно-исследовательского судна «Академик Мстислав Келдыш». С их помощью была обследована подводная лодка «Комсомолец», покоящаяся на дне Норвежского моря. Участвовал «Мир» и в обследовании затонувшей в 2000 году подводной лодки «Курск».

Несмотря на то что «Мир» способствовал многим научным открытиям, настоящую известность ему принесло участие в съемках знаменитого фильма Джеймса Камерона «Титаник». Легендарный пароход «Титаник» затонул на глубине 4000 метров.

Выбор российских аппаратов «Мир» для проведения киносъемок фирмой «IMAX» стал мировым признанием наших глубоководных технологий и способности проведения подводных операций на больших глубинах. На выбор аппаратов «Мир» повлияли два обстоятельства. В наличии было сразу два аппарата. Это дало широкие возможности при проведении киносъемок под водой и в плане освещения отдельных объектов, и в плане взаимодействия на объекте, съемок одного аппарата другим на фоне объекта. Кроме того, аппараты «Мир» имеют большой центральный иллюминатор диаметром 210 миллиметров, что очень важно для широкоугольного объектива кинокамеры «IMAX».

Летом 1991 года, после решения основных технических проблем, научно-исследовательское судно «Академик Мстислав Келдыш» отправился исследовать «Титаник», затонувший в 1912 году на глубине четырех тысяч метров. На борту «Келдыша» находилась группа геологов и биологов Института океанологии Российской академии наук, а также группа ученых Бэдфордского океанографического института из Канады.

Но основной целью экспедиции было проведение глубоководных съемок на «Титанике» с аппаратов «Мир» в соответствии со сценарием, написанным выдающимся режиссером Стивеном Лоу. За три недели состоялось семнадцать погружений аппаратов «Мир» на «Титаник». Съемки проводились на носовой, на кормовой части затонувшего судна, а также на огромной площади вокруг него. Здесь оказалось много различных предметов, выпавших из «Титаника» при затоплении. Сам Лоу принимал участие в пяти погружениях аппарата «Мир-2» в качестве режиссера и оператора и сделал большую часть глубоководных съемок.

«Необычной была операция по съемкам левого винта „Титаника", – пишет Анатолий Сагалевич в журнале „Знание – сила". – Два аппарата „Мир" подползли под кормовой подзор затонувшего судна и сделали совершенно уникальные съемки. На экране мы видим огромный винт „Титаника", а справа – аппарат „Мир-1". Великолепные съемки сделаны Стивеном Лоу с „Мира-2". На экране вся сцена продолжается тридцать-сорок секунд, а операция по съемкам заняла несколько часов: необходимо подойти, расположить соответствующим образом аппараты друг относительно друга, подобрать освещение и т д. А на борту судна в это время было неспокойно – пропала связь с обоими аппаратами, которые были заэкранированы сверху корпусом „Титаника". Командиры увлеклись и забыли о сеансах связи. Связь возобновилась, когда аппараты „выползли" из-под подзора и вышли „на волю". Конечно, всего этого мы не видим на экране, там лишь винт и один из аппаратов рядом, но такая сцена, как говорят, дорогого стоит…

…Полтора часа этого необычайно захватывающего зрелища пролетают как одно мгновение. Это фильм не только о трагедии «Титаника». Это фильм об экспедиции Института океанологии на НИС «Академик Мстислав Келдыш», о людях, которые делают необычную, связанную с большим риском работу, о взаимоотношениях людей, живущих на разных континентах, но работающих в экспедиции как одна семья».

Ледокол «Арктика»

Как только не пытались бороться со льдом! Его таранили, вспахивали, пилили, растапливали, даже травили химикатами. Во времена Петра Великого, чтобы провести суда через ледяные поля, в последних пешнями и топорами прорубали неширокие каналы. Тогда же придумали ледокольные паромы – тоже деревянные, несамоходные длиной 8,5 метров, шириной 2,5 метра с поднятым штевнем и до предела заполненной чугунными чушками кормой. Такой паром лошади тянули по ледовому покрову, продавливая в нем судоходный канал, который потом очищали от обломков.

В начале XIX столетия в России на некоторых коммерческих судах к носовой части приставляли деревянный или металлический таран либо крепили к форштевню заостренные металлические башмаки.

Американцы пробовали применить для тех же целей колесо, смонтированное на носу судна и оснащенное металлическими ножами, зубьями и иглами. Испытывали и более сложные инженерные системы. К ним, в частности, относился «ледокольный снаряд», представлявший собой хитроумный механизм, размещенный в передней части судна. Он состоял из горизонтальных полозьев, которые при движении переносили на лед тяжесть корпуса. Одновременно в ледовый покров вгрызались мощные циркуляционные пилы, а сверху еще обрушивались подвешенные на цепях

увесистые гири-молоты. По мнению авторов этого проекта, такого комбинированного воздействия не мог бы выдержать лед любой толщины.

Не менее любопытным был проект шинно-гиревого ледокола, разработанный в середине 1860-х годов по предложению кронштадтского инженера Н. Эйлера. Такое судно предполагалось оборудовать массивным стальным тараном, рядом с ним, но на верхней палубе, установить десять кранов и с их помощью одновременно или поочередно разбивать лед чугунными гирями весом по 640 килограммов, сбрасываемыми на цепях с высоты 2 метров.

Опробованные судостроителями, моряками и изобретателями устройства, созданные методом проб и ошибок, в конце концов, привели их к мысли, что оптимальное решение столь сложной инженерной задачи заключается отнюдь не в усложнении конструкции ледокольного судна. Напротив, оно должно быть относительно простым и сочетать наиболее эффективный, проверенный многовековой практикой опыт борьбы со льдами со значительной энерговооруженностью.

12 марта 1897 года на заседании Академии наук выступил старший флагман 1-й флотской дивизии вице-адмирал С.О. Макаров. «Он сказал, что Россия своим фасадом обращена к Ледовитому океану и поэтому ни одна нация не заинтересована в ледоколах более нас, – пересказывал его доклад репортер кронштадтской газеты „Котлин". – Природа заковала нас во льды, и чем скорее мы сбросим эти оковы, тем раньше дадим возможность развернуться русской мощи».

Действительно, стоит обратиться к истории, чтобы убедиться – самые важные достижения в этой области судостроения принадлежат нашей стране. В России появились почти все «самые первые»: ледокол «Пайлот», линейный «Ермак», атомоход «Ленин», научно-исследовательское судно «Таймыр», многоцелевой сухогруз ледового класса «Севморпуть» с ядерной силовой установкой.

Да и первое и единственное в мире серийное строительство атомных ледоколов началось у нас с 1977 году. За «Арктикой» последовали улучшавшиеся «Сибирь», «Россия», «Советский Союз» и «Ямал».

В 1864 году на английской верфи для России был построен пароход «Пайлот», способный продвигаться во льдах. Появление в 1899 году первого в мире мощного ледокола «Ермак», способного преодолевать льды до двух метров толщиной, оказало огромное влияние на все мировое ледоколостроение. Он коренным образом отличался от построенных ранее мелких портовых ледоколов размерами, обводами, мощностью, числом винтов, конструкцией корпуса, наличием ряда специальных устройств и систем. Форма корпуса «Ермака» обеспечивала высокие ледокольные свойства, разрушению льда способствовали клиновидные носовые шпангоуты. Несмотря на первые неудачи, последующая работа «Ермака» в тяжелых льдах подтвердила преимущества этого ледокола так называемого русского типа перед другими

ледоколами.

В период Первой мировой войны для поддержания навигации в порту Архангельск по заказу России на иностранных верфях были построены несколько ледоколов по типу «Ермака».

В Советском Союзе строительство ледоколов для плавания в арктических морях началось с закладки в 1935 году четырех ледоколов типа «И. Сталин», которые вступили в строй в период с 1936 по 1941 год. Это были трехвинтовые суда с паровыми поршневыми машинами, стальным клепаным корпусом и двухслойным ледовым поясом. В конце 1950-х годов они были модернизированы и переведены с угля на жидкое топливо, что увеличило их автономность.

В 1954—1956 годах в Финляндии по заказу СССР были построены три однотипных дизель-электрических ледокола мощностью 12000 лошадиных сил: «Капитан Белоусов», «Капитан Воронин» и «Капитан Мелехов». Это были четырехвинтовые ледоколы (по два винта в носу и корме), со сварным стальным корпусом, достигающим в области ледового пояса толщины до 30 миллиметров.

Знаменательным событием в мировом судостроении явилась постройка в 1959 году на Балтийском заводе в Ленинграде первого в мире ледокола на ядерном топливе – атомохода «Ленин», который начал работать в Арктике в навигацию 1960 года.

По отзывам моряков, первые плавания «Ленина» в Арктике сразу же показали преимущества нового судна, его высокую ледопроходимость, автономность и замечательные маневренные качества даже в тяжелых условиях. В 1960 году «Ленин» стал флагманом морских транспортных операций на Северном морском пути.

Успешная многолетняя работа ледокола «Ленин» в Арктике, большой практический опыт, накопленный в процессе его эксплуатации, не только подтвердили целесообразность использования атомных энергетических установок на ледокольных и транспортных судах, но и доказали необходимость пополнения флота еще более мощными ледоколами для обеспечения постоянно растущего объема перевозок на Северном морском пути. В 1974 и 1977 годах со стапелей финской компании «Вяртсиля» сошли советские атомные ледоколы второго поколения – «Арктика» и «Сибирь», мощностью по 75000 лошадиных сил каждый.

Знаменитый полярный капитан, Герой Социалистического Труда Ю.С. Кучиев в январе 1972 года приступил к своим обязанностям на строящейся «Арктике». Тогда же ему стало известно, что новый «Ермак» оборудуют системой пневмообмыва корпуса, и Кучиев предложил оснастить ею и «Арктику», но не получил поддержки. Кстати, это устройство изобрел в 1966 году советский инженер Л.И. Уваров, через год такое же запатентовали и финны. Суть его заключается в том, что в район ватерлинии под давлением подается воздух, уменьшающий трение корпуса о лед. И действительно, эта

идея оправдывается летом, при положительных температурах наружного воздуха. А зимой? Корпус ледокола находится в крошеве изо льда и снега. Если его обработать еще холодным воздухом, то оно превратится в солидную ледяную «бороду», которая намертво схватывается с обшивкой и так быстро нарастает, что способна даже остановить судно. При попытках усовершенствовать систему пневмообмыва предлагали к ватерлинии подавать отработанный пар, которого на атомоходе предостаточно, однако расход котельной воды оказался бы чрезмерным. Правда, потом появилась идея разогревать борт в том же месте тем же паром изнутри, после чего конденсировать его в холодильнике, – увы, она не была доработана.

Ледокол «Арктика» предназначен для проводки судов в ледовых условиях Арктики с выполнением всех видов ледокольных работ. Этот ледокол имеет высокие борта, четыре палубы и две платформы, бак и пятиярусную надстройку, а в качестве движителей используются три четырехлопастных гребных винта фиксированного шага.

Длина ледокола – 136 метров, ширина – 30 метров, водоизмещение – 23460 тонн, а осадка – 11,4 метра. Атомная паропроизводительная установка размещена в специальном отсеке в средней части ледокола. Ее мощность – 75000 лошадиных сил. Она позволяет развить «Арктике» скорость в 33 километра в час.

Корпус ледокола сделан из высокопрочной стали. В местах, подверженных наибольшему воздействию ледовых нагрузок, корпус усилен ледовым поясом.

На ледоколе имеются дифферентная и креновая системы. Буксирные операции обеспечивает кормовая электрическая буксирная лебедка. Для ведения ледовой разведки на ледоколе базируется вертолет. Контроль и управление техническими средствами энергетической установки ведутся автоматически, без постоянной вахты в машинных отделениях, помещениях гребных электродвигателей, электростанциях и у распределительных щитов. Контроль за работой и управление энергетической установкой осуществляются из центрального поста управления, дополнительное управление гребными электродвигателями выведено в ходовую рубку и кормовой пост.

Ходовая рубка – центр управления судном. На атомоходе она расположена в верхнем этаже надстройки, откуда открывается больший обзор. Ходовая рубка вытянута поперек судна – от борта до борта метров на 25, ширина ее – около 5 метров. На передней и боковых стенках почти сплошь располагаются большие прямоугольные иллюминаторы.

Внутри рубки только самое необходимое. Вблизи бортов и посередине располагаются три одинаковых пульта, на которых находятся ручки управления движением судна, индикаторы работы трех винтов ледокола и положения руля, курсоуказатели и другие датчики, а также кнопки заполнения и осушения балластных цистерн и огромная тифонная кнопка для подачи звукового сигнала. Вблизи пульта управления левого борта

располагается штурманский стол, у центрального – рулевой штурвал, у пульта правого борта – гидрологический стол; около штурманского и гидрологического столов установлены тумбы радиолокаторов кругового обзора.

Государственный флаг на «Арктике» подняли 25 апреля 1975 года на рейде Таллина. В начале июня атомоход провел по Северному морскому пути на восток дизель-электрический ледокол «Адмирал Макаров». В октябре 1976 года вырвал из ледового плена ледокол «Ермак» с сухогрузом «Капитан Мышевский», а также ледокол «Ленинград» с транспортом «Челюскин». Пришедший на смену Кучиеву капитан А.А. Ламехов назвал те дни «звездным часом» нового атомохода. Но, наверное, настоящим «звездным часом» для ледокола стало покорение Северного полюса.

Исследовать Северный Ледовитый океан с мощного ледокола предлагал адмирал С.О. Макаров. В 1899 году построенный по его проекту «Ермак» совершил два полярных похода. «Ни один корабль не отваживался входить во льды, в то время как „Ермак" свободно прогуливался по льдам к северу от Семи островов», – писал Степан Осипович.

В 1909 году в России начали работать ледокольные транспорты специальной конструкции «Таймыр» и «Вайгач», оснащенные всем необходимым для научных работ. В 1910—1915 годы они совершили ряд экспедиций по трассе будущего Северного морского пути, во время которых был открыт архипелаг Северная Земля.

В 1930—1940-е годы, когда в Советском Союзе началось освоение Крайнего Севера и Дальнего Востока, тем, кто изучал арктические моря, предоставляли хорошо приспособленные для полярных акваторий ледокольные пароходы, например, «Г. Седов», ледорез «Ф. Литке», а то и ледоколы, если те не были заняты проводкой караванов. В 1934—1937 годах в Ленинграде построили гидрографические суда ледового класса «Мурман», «Океан» и «Охотск». Это были первые в мире научно-исследовательские суда, рассчитанные на длительные плавания на Севере.

После Второй мировой войны основательное изучение Арктики начали и другие страны. Так, в 1953—1955 годах на верфи «Ингалл» для военного флота США построили «Глесьер». В основе его проекта были серийные ледоколы типа «Уинд», но водоизмещение увеличили до 8700 тонн. Силовая установка мощностью 21000 лошадиных сил состояла из десяти дизелей, работавших на генераторы, а те подавали напряжение на два электродвигателя «Вестингауз», вращавших гребные винты. До появления советского атомохода «Ленин» американский ледокол считался самым мощным в мире.

Но никто, кроме «Арктики», не решился покорить Северный полюс. В августе 1977 года ледокол отправился в свой знаменитый поход.

О нем написали в своей книге участники экспедиции В.А. Спичкин и В.А. Шамонтьев: «Многолетний сибирский – ледокол форсирует напролом,

скорость его продвижения, конечно, невелика, но зато сам ход необычайно красив. Как известно, ледокол разрушает прочный лед не ударом форштевня, а, продавливая его своей массой: чем прочнее лед, тем большая часть ледокола должна всползти на него, чтобы вызвать разрушение. При этом место разломов льда смещается от носовой части к середине судна. При разрушении очень прочного льда места ломки смещаются настолько далеко от форштевня, что они даже не просматриваются из передних иллюминаторов ходовой рубки. Это создает фантастическое впечатление, будто весь огромный атомоход скользит по льду, как аэросани. Это тихое плавное продвижение, когда перед носом судна не видно ни трещины, ни ломающегося льда, ни фонтана ледяных брызг, делает эффект скольжения столь реальным, что, кажется, за кормой ледокола не должно быть обычного канала. Но взгляд назад, за корму, где по-прежнему темнеет широкая дорога чистой воды, убеждает, что ледокол не скользит, а крушит эти поля многолетнего льда. Возле средней части ледокола дыбятся стотонные глыбы раздавленного льда».

«Арктику» спроектировало центральное конструкторского бюро «Айсберг», организованное в Ленинграде в 1947 году. На его счету также такие этапные суда, как атомный ледокол «Ленин», дизель-электроход «Добрыня Никитич», транспорты «Амгуэма». А в начале 1990-х годов там спроектировали двухвальный ледокол ЛК-110Я с двумя реакторами. Общая мощность силовой установки составила бы не менее 110 МВт, водоизмещение – 55000 тонн, длина – 200 метров, ширина – 36 метров, осадка – 13 метров. Такие «лидеры» могли бы круглогодично трудиться в Северном Ледовитом океане, прокладывая путь караванам в любых условиях.

Волоконно-оптические линии связи

История световой связи началась еще в доисторические времена, когда дозорные сигнальными кострами предупреждали своих о приближении врага. В начале XIX столетия Наполеон вложил немало средств в «зеркальный телеграф» вдоль побережья Атлантики. Таким образом, император хотел получать оперативную информацию о нарушителях «континентальной блокады», чтобы беспощадно карать этих пособников англичан.

Но изобретение радиосвязи, казалось, похоронило саму идею световой связи. Однако постепенно выяснилось, что при всех достоинствах традиционных видов связи каждому из них присущ и целый ряд недостатков, которые становятся все более чувствительными по мере нарастания объемов передаваемой информации. Несмотря на новейшие технологии, позволяющие значительно уплотнить передаваемую по кабелю информацию, магистральные телефонные линии все равно часто оказываются перегруженными. Примерно то же можно сказать о радио и телевидении, в которых информационные сигналы переносятся с помощью электромагнитных волн: все возрастающее

количество телеканалов и радиостанций, вещательных и служебных, привело к возникновению помех, к ситуации, получившей название «тесноты в эфире». Это стало одним из толчков к освоению все более коротковолновых диапазонов радиоволн.

Еще один недостаток традиционных видов связи состоит в том, что для передачи информации вообще невыгодно пользоваться волнами, излучаемыми в свободное пространство. Ведь энергия, приходящаяся на какую-то определенную площадь фронта такой волны, убывает по мере увеличения фронта волны. Для сферической волны, то есть такой, которая распространяется равномерно во все стороны от источника, ослабление обратно пропорционально квадрату расстояния от источника волны до приемника.

Эра современной оптической связи началась в 1960 году после создания первого лазера. Изобретение лазеров вообще породило надежду на быстрое и легкое преодоление проблем «эфирной тесноты» Появилась надежда на то, что использование микронных волн видимого света для нужд связи вместо сантиметровых и миллиметровых радиоволн позволит почти беспредельно расширить объемы передаваемой информации.

Увы, уже первые опыты развеяли радужные иллюзии. Выяснилось, что земная атмосфера очень активно поглощает и рассеивает оптическое излучение. А потому лазеры могут использоваться для нужд связи лишь на очень небольшом расстоянии: в среднем не более километра.

Так обстояли дела до тех пор, пока в 1966 году двое японских ученых Као и Хокэма не предложили использовать для передачи светового сигнала длинные стеклянные волокна, подобные тем, которые уже использовались в эндоскопии и других областях.

Согласно законам оптики, если направить световой луч из более плотной среды в менее плотную, то значительная часть его отражается обратно от границы двух сред. При этом, чем меньше угол падения луча, тем большая часть светового потока окажется отраженной. Путем эксперимента можно подобрать такой пологий угол, при котором отражается весь свет и лишь ничтожная его часть попадает из более плотной среды в менее плотную. Свет при этом оказывается словно заключенным в плотной среде и распространяется в ней, повторяя все ее изгибы. Лучи, идущие под малым углом к границе двух сред, полностью отражаются от нее. Таким образом, оболочка прочно удерживает их, обеспечивая светонепроницаемый канал для передачи сигнала практически со скоростью света.

Будь световод идеальным, изготовленным из абсолютно прозрачного и однородного материала, световые волны должны распространяться не ослабевая. На самом деле практически все реальные световоды достаточно сильно поглощают и рассеивают электромагнитные волны из-за своей непрозрачности и неоднородности.

Понадобилось целое десятилетие для того, чтобы создать лабораторные

образцы волоконных световодов, способных передать на один километр один процент введенной в них мощности света. Следующей задачей было изготовить из такого волокна световодный кабель, пригодный для практического применения, разработать источники и приемники излучения.

Радикальное изменение ситуации было связано с созданием двухслойных световодов. Такие световоды состояли из световодной жилы, заключенной в прозрачную оболочку, показатель преломления которой был меньше, чем показатель преломления жилы. Если толщина прозрачной оболочки превосходит несколько длин волн передаваемого светового сигнала, то ни пыль, ни свойства среды вне этой оболочки не оказывают существенного влияния на процесс распространения световой волны в двухслойном световоде. Подобные световоды можно покрывать полимерной оболочкой и превращать их в световедущий кабель, пригодный для практического применения. Но для этого необходимо создать совершенную границу между жилой и прозрачной оболочкой. Наиболее простая технология изготовления световода состоит в том, что стеклянный стержень-сердцевина вставляется в плотно подогнанную стеклянную трубку с меньшим показателем преломления. Затем эта конструкция нагревается.

В 1970 году фирма «Корнинг гласс» впервые разработала стеклянные световоды, пригодные для передачи светового сигнала на большие расстояния. А к середине 1970-х годов были созданы световоды из сверхчистого кварцевого стекла, интенсивность света в которых уменьшалась вдвое лишь на расстоянии шести километров.

Кроме световода волоконно-оптическая система связи включает в себя блок оптического передатчика (в котором электрические сигналы, поступающие на вход системы, преобразуются в оптические импульсы) и блок оптического приемника (принимающего оптические сигналы и преобразующего их в электрические импульсы). Если линия имеет большую протяженность, на ней действуют также ретрансляторы – они принимают и усиливают передаваемые сигналы. В устройствах для ввода излучения в волоконные световоды широко применяются линзы, которые имеют очень маленький диаметр и фокусное расстояние порядка сотен и десятков микрон. Источники излучения могут быть двух типов: лазеры и светоизлучающие диоды, которые работают как генераторы несущей волны. Передаваемый сигнал модулируется и накладывается на несущую волну точно так же, как это происходит в радиотехнике.

В марте 2000 года исполнилось 70 лет академику Жоресу Алферову. В этом же году Алферов получил Нобелевскую премию. Именно благодаря российскому ученому, создавшему в 1967 году первые полупроводниковые гетеролазеры, работоспособные при комнатной температуре, стали явью две важнейшие информационные технологии: лазерные диски памяти и волоконно-оптические линии связи. Ведь без передатчика световоду ничего не передашь.

Самый эффективный способ передачи – в цифровом виде. При этом опять-таки совершенно неважно, какая информация передается таким образом: телефонный разговор, печатный текст, музыка, телевизионная передача или изображение картины. Первым шагом для преобразования сигнала в цифровую форму является определение его значений через интервалы времени – этот процесс называется дискретизацией сигнала по времени.

Выяснилось, что если временной интервал по крайней мере в два раза меньше наивысшей частоты, содержащейся в спектре передаваемого сигнала, то этот сигнал может быть в дальнейшем восстановлен из дискретной формы без всяких искажений. То есть вместо непрерывного сигнала без ущерба для передаваемой информации можно подавать набор очень коротких импульсов, отличающихся друг от друга только амплитудой.

Поскольку все они имеют одинаковый вид и сдвинуты друг относительно друга на один и тот же временный интервал, то можно передавать не весь сигнал, а лишь значение его амплитуды. То есть значение каждого импульса можно интерпретировать как число в двоичном коде. Значение этого числа и передается по линии связи. Поскольку для передачи каждого двоичного числа необходимы всего две цифры – 0 и 1, то задача очень упрощается: 0 соответствует отсутствию сигнала, а 1 – его наличию. Восстановление переданного сигнала происходит в обратном порядке. Подача сигнала в цифровом виде очень удобна, так как фактически исключает всякие искажения и помехи.

Достоинства и преимущества ВОЛС очевидны. Прежде всего, волоконно-оптические кабели очень устойчивы к помехам и имеют малый вес. Но самое важное их достоинство состоит в том, что они имеют огромную пропускную способность – в единицу времени через них можно пропускать такие громадные объемы информации, какие невозможно передать ни одним из известных сейчас способов связи.

В 1988 году была введена в действие первая трансатлантическая ВОЛС ТАТ-8. К 1998 году ее пропускную способность довели до 600000 одновременных телефонных разговоров против 36 у первой проводной линии, проложенной там же в 1956 году.

В 2000 году введена в эксплуатацию волоконно-оптическая линия связи «Москва – Санкт-Петербург – Стокгольм», давшая России еще один доступ в Интернет. «Огромную пропускную способность нового канала, – пишет в журнале „Эхо планеты" Юрий Носов, – (2,4 Гбит/с, то есть по миллиону простых „электронных писем" ежеминутно) провайдерам еще предстоит „переварить", а в кулуарах симпозиума лишь снисходительное пожимание плечами: „Всего-то?" Ученых понять можно: только что им был представлен новый созданный в Физтехе лазер, с которым, по утверждению докладчика, вполне достижима „терабитная" скорость передачи информации (напомним, 1 Тбит = 1000 Гбит, так что речь ведется об увеличении пропускной способности в сотни раз!). Это достигается не только повышением

быстродействия лазера, но и использованием технологии так называемого волнового (или спектрального) уплотнения. Технология основана на том, что по одному волокну передаются одновременно несколько десятков различных световых потоков.

Заметим, однако, что специалистов все это не очень-то волнует, и вот почему. Во-первых, о возможности достижения «терабитной» скорости было заявлено еще лет 10 тому назад, а во-вторых, сами дальние, или магистральные, линии уже не в фокусе всеобщего интереса. Их напрокладывали столько, что в США, например, от любого дома до ближайшей магистрали не более десятка-другого километров. Поэтому внимание переключается на то, с чего все и начиналось, – на локальные сети, на короткие и очень короткие ВОЛС. Только теперь это будет доведено до абсолюта – оптоволокно в каждый дом! Полная «цифровизация» информации станет явью, и главная проблема, которую теперь предстоит решить ученым и технологам – это создание экономичного, сверхнадежного и очень дешевого, «народного» лазера».

Число пользователей ВОЛС в системе Интернет превысило миллиард человек. И можно смело утверждать, что без волоконно-оптических линий связи сегодня не было бы и Интернета. Большая часть того, о чем здесь говорилось, будет реализовано в ближайшие годы, по крайней мере, в развитых странах. Но исследования в области ВОЛС продолжаются.

Юрий Носов пишет: «Связь по волокну называют оптической, а не световой (хотя волокна нередко называют световодами или светопроводами), и вот почему. Еще в самом начале исследований было установлено, что, чем короче длина волны света, тем сильнее он поглощается в волокне. Поэтому, начав с „красного" света и не получив удовлетворительных результатов, перешли „за" красный, в область невидимого инфракрасного излучения, но, как и свет, относящегося к оптическому, и вскоре остановились на излучении с длиной волны около 1,5 мкм (микронов). Под такой диапазон разработали специальные гетеролазеры, именно на них и основываются современные ВОЛС. Если инфракрасный луч проходит в волокне с небольшим затуханием 10 км, то красный свет (длина волны 0,65 мкм) пройдет лишь 0,5 км, а синий (0,43 мкм) и вообще меньше 50 м.

А что если пойти еще дальше в инфракрасную область? Оказалось, там потери излучения опять возрастают – таковы особенности кварца. Но ведь на кварце свет клином не сошелся. И действительно, синтезировали такие составы, которые почти без поглощения могут пропустить излучение на 1000 км! Но для этого надо перейти к длинам волн около 3 мкм, а это фактически уже область теплового излучения. И если бы удалось создать волокна и лазеры на этот диапазон длин волн, то можно было бы не гнать горячую воду от ТЭЦ, а передавать «сухое» тепло по волокнам прямо в квартиры, при этом практически без потерь и без осточертевших зимних аварий из-за разрыва труб. Это вам не ВОЛС с виртуальным миром их потоков информации, это уже

«совсем другое кино». Посмотрим ли мы его?»

Навигационная система GPS

С помощью приемника GPS определяется не только местоположение движущегося объекта, но и скорость его движения, пройденное расстояние, рассчитываются расстояние, и направление до намеченного пункта, время прибытия и отклонения от заданного курса.

Сегодня уже очевидно: в первом десятилетии нового тысячелетия спутниковые системы навигации станут основными средствами местоопределения для наземных, воздушных и морских объектов. Ведь при современной технологии приемники GPS имеют малые размеры, надежны и дешевы, так что они становятся все более доступными для рядового покупателя.

Сначала появилась Система космической радионавигации НАВСТАР (NAVSTAR). Навигационная система на основе временных и дальномерных измерений в США создавалась в первую очередь для координатно-временного обеспечения войск и военной техники.

Первый американский навигационный спутник был запущен в феврале 1978 года, а активное внедрение спутниковых навигационных методов в гражданскую жизнь началось позднее. До 1983 года навигационная система использовалась исключительно военными. Однако, после того как над Татарским проливом был сбит «Боинг-747», систему открыли для гражданского использования. Тогда, собственно, и появилась аббревиатура GPS (Global Positioning System) – Система глобального позиционирования. Термин «позиционирование» – более широкий по отношению к термину «определение местоположения». Позиционирование помимо определения координат включает в себя и определение вектора скорости движущегося объекта.

Правительство США затратило на создание этой системы более десяти миллиардов долларов и продолжает тратить средства на ее дальнейшее развитие и поддержку.

Спутниковая навигационная система вместо геодезических знаков и радиомаяков использует спутники, излучающие специальные сигналы. Текущее местоположение спутников на орбите хорошо известно. Спутники постоянно передают информацию о своем местоположении. Расстояние до них определяется путем измерения промежутка времени, который требуется радиосигналу, чтобы дойти от спутника до радиоприемника, и умножением его на скорость распространения электромагнитной волны. В результате синхронизации часов спутников, в которых используются атомные эталонные генераторы частоты, и приемников обеспечивается точное измерение расстояний до спутников.

«Для вычисления координат места на Земле, – пишет в журнале „Радио" В. Курышев, – необходимо знать расстояния до спутников и местонахождение каждого из них в космическом пространстве. Спутники GPS находятся на высоких орбитах (20000 км), и их координаты можно прогнозировать с большой точностью. Станции слежения министерства обороны США регулярно определяют даже самые незначительные изменения в орбитах, и эти данные передают на спутники. Измеренные расстояния до спутников называются псевдодальностями, так как в их определении присутствует некоторая неопределенность. Дело в том, что ионосфера и тропосфера Земли вызывают задержки спутниковых сигналов, внося погрешность в расчет расстояния. Есть и другие источники ошибок – в частности, вычислительные погрешности бортовых компьютеров, электрические шумы приемников, многолучевость распространения радиоволн. Неудачное взаимное расположение спутников на небосводе также может привести к соответствующему увеличению суммарной погрешности местоопределения.

Для определения расстояний спутники и приемники генерируют сложные двоичные кодовые последовательности, называемые псевдослучайным кодом. Определение времени распространения сигнала осуществляется путем сравнения запаздывания псевдослучайного кода спутника по отношению к такому же коду приемника. Каждый спутник имеет определенные, свои собственные два псевдослучайных кода. Чтобы различить дальномерные коды и информационные сообщения разных спутников, в приемнике производится вызов соответствующих кодов. Псевдослучайные дальномерные коды и информационные сообщения спутников пускают передачу сообщений со спутников одновременно, на одной частоте, без взаимных помех. Мощность излучения спутников и взаимовлияние сигналов от спутников незначительно.

Точность измерений можно повысить, если использовать дифференциальные измерения. Опорная наземная станция с точно известными геодезическими координатами вычисляет разность между координатами с его приемника и ее фактическими координатами. Разность в форме поправки передается потребителям по радиоканалам для коррекции показаний приемников. Эти поправки устраняют значительную часть ошибок в измерениях расстояний и местоопределения. Расчет координат в приеме в индикатор выполняется автоматически и предоставляется возможность использовать информацию в удобной картографической форме».

GPS состоит из 3 сегментов: космического, сегмента контроля и пользовательского сегмента.

Космический сегмент состоит из 24-х спутников, которые находятся на 6 орбитах (по четыре на каждой) на высоте примерно 20350 километров. В настоящее время в работе находятся 28 спутников. «Лишние» спутники используются для страховки и замены выходящих из строя сателлитов.

Сегмент контроля – это станции наблюдения, расположенные в нескольких точках земного шара, и главная контрольная станция. Ведущая станция

расположена в объединенном центре управления космическими системами военного назначения в городе Колорадо-Спрингс. Центр собирает и обрабатывает данные со станций слежения, вычисляет и предсказывает эфемериды спутников, а также параметры хода часов. Станции наблюдения следят за спутниками, записывая всю информацию об их движении, которая передается на главную командную станцию для корректировки орбит и навигационной информации.

Пользовательский сегмент включает оборудование пользователей, позволяющее определять координаты, скорость и время.

Основной потребитель информации системы GPS – министерство обороны США. Приемники системы GPS введены на всех боевых и транспортных самолетах и кораблях, а также в системы наведения высокоточных крылатых ракет и в системы наведения новых управляемых авиабомб США. Это означает, что американские военные могут планировать нанесение высокоточных ракетных ударов с расстояния тысяча километров не только по зданиям и сооружениям, но и в определенное окно. Причем эти удары могут быть нанесены с подводных лодок и с воздуха.

Подобная система есть и в России: в ответ на создание американцами НАВСТАР, в СССР была создана собственная глобальная навигационная спутниковая система – ГЛОНАСС.

Первый отечественный навигационный спутник «Космос-192» был выведен на орбиту 27 ноября 1967 года, а в 1979 году была создана навигационная система первого поколения «Цикада», в составе которой было 4 низкоорбитальных спутника. Затем, в 1982 году, были запущены первые спутники новой системы навигации ГЛОНАСС. До штатного же состояния количество спутников ГЛОНАСС было доведено в 1996 году.

Спутники ГЛОНАСС находятся на высоте примерно 19100 километров. В отличие от спутников НАВСТАР спутники ГЛОНАСС размещены на трех орбитах, соответственно по 8 спутников на каждой. Период обращения спутников – 11 часов 15 минут.

Так же как и GPS, ГЛОНАСС используется как военными, так и гражданскими пользователями. Однако и тех и других пользователей у системы не так много: фактически она не развивается с 1998 года. С каждым годом группировка спутников уменьшается. Причина банальна и, можно сказать, стандартна для большинства отечественных разработок: у государства нет денег, а законодательная база, регулирующая использование систем спутниковой навигации в России, не позволяет системе развиваться за счет гражданских потребителей.

Перспективы развития ГЛОНАСС зависят от позиции государства. Ему предстоит решить, открывать ли эту систему навигации для широкого круга потребителей или нет. Российские ученые направили в феврале 2000 года Владимиру Путину (тогда еще исполнявшему обязанности президента России) открытое письмо, в котором изложили свой вариант развития ГЛОНАСС:

«Чтобы предотвратить утечку средств у физических лиц в казну США и Европы и постоянно поддерживать свою космическую программу, России необходимо: во-первых, в срочном порядке снять неоправданные режимные ограничения на использование бытовых спутниковых приемников определения координат; во-вторых правительственным постановлением декретировать отечественную общеземную геодезическую систему координат „Параметры Земли 1990 года" (ПЗ-90) и спутниковую навигационную систему ГЛОНАСС для массового применения во всем пространстве России и стран мирового сообщества…» Пока что президент не принял никакого решения.

В отличие от российской системы, GPS постоянно развивалась в сторону открытости для гражданских потребителей. До 1 мая 2000 года доступ в GPS для них был выборочным, что ухудшало точность определения местоположения до сотен метров. При этом точность для военных составляла 5-20 метров. Однако 1 мая президент Клинтон объявил о прекращении снижения точности GPS-сигналов для гражданских пользователей. «Это будет означать, что гражданские потребители GPS будут способны определять точечное положение в 10 раз более точно, чем в настоящее время», – заявил он.

Зачем это нужно правительству США и что это даст системе навигации? Судите сами: согласно справке пресс-службы президента США, в 2000 году во всем мире насчитывалось более 4 миллионов пользователей GPS, а к 2003 году объем рынка этой системы навигации вырастет вдвое – с 8 до 16 миллиардов долларов. Надо ли объяснять, что на эти деньги систему можно не только поддерживать, но и развивать? США уже планируют вывести на орбиту 18 дополнительных спутников, что улучшит работу GPS.

Стандартным возражением на открытость систем навигации в России всегда были интересы безопасности. Военные опасались, что если сделать систему навигации доступной для всех, то она может быть использована внешними и внутренними врагами против государства. Однако это объяснение довольно слабое: США, сделав GPS доступной для всех, отнюдь не повредили собственной безопасности, оставив за собой право «регионального снижения точности» сигнала. На деле это означает, что в случае конфликта с той или иной страной американские военные смогут ухудшить точность показаний GPS-приемников, используемых противником, или отключить их вовсе. Так что, пока все мирно – можно получать с пользователей GPS деньги. Как только возникнут проблемы – их можно отключить.

Сегодня уже непросто даже перечислить все области применения этой навигационной системы. Как отмечает в журнале «Компьютер-пресс» Олег Татарников: «GPS-приемники встраивают в автомобили, сотовые телефоны и даже в наручные часы! Туристы используют карманные приемники для прокладывания маршрутов и четкого их прохождения. Охотники и рыболовы отмечают координаты заветных охотничьих и рыбных местечек, а автотуристы обмениваются маршрутами с указанием автозаправок.

Ничто не остановит победного шествия GPS. Приемники стремительно уменьшаются в размерах и дешевеют, прибор размером со спичечный коробок уже можно купить сегодня менее чем за 50 долларов; навигационные чипы встраиваются в часы и мобильные телефоны, становятся составной частью автомобильных сигнализаций, которые сами сообщают в полицию местонахождение угнанного автомобиля. В отличие от не получивших широкого применения радиосигнализаций подобная система не требует специальной сети пеленгационных станций – здесь используется обычная мобильная связь. Кроме того, водитель может нажатием одной кнопки подать сигнал о разбойном нападении или о ДТП. Другая кнопка вызывает «скорую помощь». В ближайшее время на рынке автоэлектроники ожидается появление целого «маршрутного пакета» – полноценной бортовой навигационной системы с электронными картами российских городов и регионов…

…Приемники GPS находят применение при решении самых разнообразных задач: геологи в реальном времени следят за малозаметным перемещением участков земной коры, спасатели определяют места катастроф, зоологи делают ошейники с портативными индикаторами и радиопередатчиками для изучения миграции животных, военные строят самонаводящиеся ракеты и бомбы, а экспедиция Национального географического общества США в прошлом году с сантиметровой точностью измерила высоту Эвереста».

В журнале «Компьютерра» появилось сообщение о выпуске одной из компаний GPS-чипов, предназначенных для имплантации в тело человека!

Как это часто случается, у навигационной системы обнаружилась масса других дополнительных полезных свойств. При помощи системы можно, например, определить сверхточное время, необходимое, скажем, в научных экспериментах, измерить развиваемую при ходьбе или беге скорость, преодолеваемое расстояние. GPS показывает максимальную и среднюю скорость движения на автомобиле и с его помощью, в частности, можно проверить правильность показаний спидометра и одометра.

Надо ли говорить, что навигация при помощи этой системы сильно упрощается. В результате среди профессиональных «навигаторов» на подходе целое поколение специалистов, не умеющих работать с классическими навигационными приборами.

Нейрокомпьютеры

Многочисленные элементы (устройства) компьютера, размещаемые в его системном блоке, можно подразделить всего на пять основных групп. Это центральный процессор, память, шина, блок электропитания и многочисленные аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи (АЦП и ЦАП).

Процессор напрямую соединен с элементами быстрой (оперативной) памяти. Ее еще называют оперативным запоминающим устройством (ОЗУ), или памятью произвольного доступа. При отключении электропитания компьютера она очищается, и все данные, находящиеся в ней, теряются.

В долговременной памяти данные сохраняются и после выключения компьютера. Чаще всего, она больше по объему, чем ОЗУ, хотя и не такая быстрая. Это жесткие, гибкие и оптические диски, магнитная лента и т д. По шине данные передаются между устройствами системного блока.

АЦП и ЦАП преобразуют информацию из аналоговой формы в цифровую: в наборы чисел, обычно двоичных, и обратно. АЦП и ЦАП называют контроллерами. Любой контроллер содержит микропроцессор, а значит, является компьютером, но только не универсальным, в каком сам установлен, а специализированным.

В микросхемах «запаяны» программы, которые выполняются при включении компьютера и как бы оживляют его, превращая множество соединенных проводками деталей в единое целое – в готовый к работе универсальный преобразователь информации.

Технология микропроцессоров уже приближается к фундаментальным ограничениям. Закон-прогноз Гордона Мура гласит, что плотность транзисторов в микросхеме удваивается каждые полтора года. Как ни удивительно, все последние двадцать лет он выполнялся. Однако, следуя этому закону, к 2010—2020 годам размеры транзистора должны уменьшиться до четырех-пяти атомов. Рассматриваются многие альтернативы.

К технологиям, способным экспоненциально увеличивать обрабатывающую мощность компьютеров, следует отнести молекулярные или атомные технологии; ДНК и другие биологические материалы; трехмерные технологии; технологии, основанные на фотонах вместо электронов, и, наконец, квантовые технологии, в которых используются элементарные частицы.

В XXI веке вычислительная техника сольется не только со средствами связи и машиностроением, но и с биологическими процессами, что откроет такие возможности, как создание искусственных имплантантов, интеллектуальных тканей, разумных машин, «живых» компьютеров и человеко-машинных гибридов.

Сегодня одно из перспективнейших направлений в микроэлектронике – нейрокомпьютеры. Их устройство, или архитектура, иная, чем у обычных вычислительных машин. Микросхемы близки по строению нейронным сетям человеческого мозга. Именно отсюда пошло и название.

Отсюда и особенности нейрокомпьютера. Он способен к обучению, а значит, ему под силу справиться с задачами, которые обычному компьютеру не под силу. Его главный козырь – решение задач без четкого алгоритма или с огромными потоками информации. Поэтому уже сегодня нейрокомпьютеры применяются на финансовых биржах, где помогают предсказывать колебания курса валют и акций. Понятно, что не остались в стороне и военные.

Нейрокомпьютеры, распознавая образы, корректируют полет ракет по заданному маршруту.

При всем этом нейрокомпьютеры еще не слишком заметны на рынке компьютерной техники. Однако, по оценкам многих специалистов, а среди них и самый авторитетный – Билл Гейтс, уже через десять лет их доля вырастет до девяноста процентов.

Приятно, что одним из первых совершил прорыв в будущее российский НТЦ «Модуль», выйдя с разработанным им процессором на мировой рынок. Сегодня его приобретают законодатели компьютерной моды.

По сравнению с созданным россиянами нейропроцессором NM-6403 самые быстродействующие на сегодня системы, конкуренты «Интел» и «Тексас инструментс» отстали значительно. Их машины считают в десятки раз медленнее, зато стоят в десятки раз дороже. В чем же секрет российского центра?

«Причина – в принципиально новой архитектуре, – объяснил журналисту газеты „Известия" начальник сектора интегральных схем Дмитрий Фомин. – Скажем, если в обычном компьютере за один такт счета совершается не более 4 операций сложения, то в нашем – до 288. Кроме того, его „мозги" в каждый момент времени загружены полностью, не работают вхолостую, что происходит при традиционной архитектуре. В итоге один наш процессор может заменить сразу шесть американской фирмы „Тексас инструментс"».

К сожалению, в России не оказалось предприятия, способного изготовить столь сложную технику. Тогда «Модуль» разместил заказ в Южной Корее на «Самсунге». Но и эта известная фирма лишь с десятой попытки сумела удовлетворить требования россиян.

В результате сейчас впервые каждый желающий может купить серийную отечественную микроэлектронику, превосходящую мировой уровень. Процессор удостоен золотой медали на Всемирном салоне изобретений «Брюссель-Эврика». Один из лидеров компьютерного рынка, японская фирма «Фуджитцу» приобрела лицензию на производство процессора.

«Нас на рынке мало кто знает, – говорит директор „Модуля" Юрий Борисов. – Чтобы раскрутиться и продавать большие партии, нужны большие деньги. Их у нас нет, зато есть у „Фуджитцу". Мы будем получать доход с каждого изготовленного, подчеркиваю, а не проданного японцами изделия. Условия контракта очень выгодные. Этот процессор для нас – вчерашний день. Уже разработаны более совершенные варианты. Мы только приоткрыли дверь на мировой рынок сфере».

Суперкомпьютеры

В 1996 году куратор Музея вычислительной техники в Великобритании Дорон Свейд написал статью с сенсационным заглавием: «Российская серия

суперкомпьютеров БЭСМ, разрабатывавшаяся более чем 40 лет тому назад, может свидетельствовать о лжи Соединенных Штатов, объявлявших технологическое превосходство в течение лет холодной войны».

Действительно, середина 1960-х годов была звездным часом в истории советской вычислительной техники. В СССР тогда работало множество творческих коллективов – институты С.А. Лебедева, И.С. Брука, В.М. Глушкова и т д. Одновременно выпускалось множество различных типов машин, чаще всего несовместимых друг с другом, самого разнообразного назначения.

Созданная в 1965 году и выпущенная впервые в 1967 году БЭСМ-6 была оригинальным русским компьютером, спроектированным наравне со своим западным аналогом. Затем был знаменитый «Эльбрус», было развитие БЭСМ (Эльбрус-Б). В.М. Глушков создал замечательную Машину Инженерных Расчетов – «Мир-2» (прообраз персонального компьютера), не имеющую до сих пор западных аналогов.

Именно коллектив «Эльбруса» первым разработал суперскалярную архитектуру, построив основанную на ней машину «Эльбрус-1» на много лет раньше Запада. В этом коллективе на пару лет раньше, чем в фирме «Cray» – признанном лидере в производстве суперкомпьютеров, были реализованы идеи многопроцессорного компьютера.

Научный руководитель группы «Эльбрус», профессор, член-корреспондент РАН Борис Арташесович Бабаян считает, что наиболее существенное достижение группы – архитектура супермашины «Эльбрус-3». «Логическая скорость этой машины значительно выше, чем у всех существующих, то есть на том же оборудовании эта архитектура позволяет в несколько раз ускорить выполнение задачи. Аппаратную поддержку защищенного программирования мы реализовали впервые, на Западе ее еще даже и не пробовали. „Эльбрус-3" был построен в 1991 году. Он уже стоял у нас в институте готовый, мы начали его отладку. Западные фирмы столько говорили о возможности создания такой архитектуры… Технология была отвратительная, но архитектура была до того совершена, что эта машина была в два раза быстрее самой быстрой американской супермашины того времени Cray Y-MP».

Принципы защищенного программирования в настоящее время реализуются в концепции языка Java, а идеи, аналогичные идеям «Эльбруса», в настоящее время легли в основу разработанного фирмой «Intel» совместно с HP процессора нового поколения – Merced. «Если вы посмотрите Merced, это практически та же архитектура, что и в „Эльбрусе-3". Может быть, какие-то детали Merced отличаются, и не в лучшую сторону».

Итак, несмотря на всеобщую стагнацию, все еще можно было строить компьютеры и суперкомпьютеры. К сожалению, дальше с нашими компьютерами случилось то же самое, что служилось с российской промышленностью вообще. А ведь сегодня в число традиционных макроэкономических показателей (таких, как ВВП и золотовалютные запасы)

настойчиво стремится попасть новый, экзотический на первый взгляд параметр – суммарная мощность компьютеров, которыми располагает страна. Наибольший удельный вес в этом показателе будут иметь суперкомпьютеры. Еще пятнадцать лет назад эти машины были уникальными монстрами, но теперь их производство поставлено на поток.

«Первоначально компьютер создавался для сложных вычислений, связанных с ядерными и ракетными исследованиями, – пишет в журнале „Компания" Аркадий Воловик. – Мало кто знает, что суперкомпьютеры помогли сохранить экологический баланс на планете: в годы „холодной войны" компьютеры моделировали изменения, происходящие в ядерных зарядах, и эти эксперименты позволили в итоге супердержавам отказаться от реальных испытаний атомного оружия. Так, мощный многопроцессорный компьютер Blue Pacific компании IBM используется именно для симуляции испытаний ядерного оружия. Успеху переговоров по прекращению ядерных испытаний на самом деле способствовали не дипломаты, а компьютерщики. „Compaq Computer Corp." создает крупнейший в Европе суперкомпьютер на основе 2500 процессоров Alpha. Французская комиссия по ядерной энергии будет использовать суперкомпьютер, чтобы повысить безопасность французских арсеналов без проведения новых ядерных испытаний.

Не менее масштабные вычисления необходимы при проектировании авиационной техники. Моделирование параметров самолета требует огромных мощностей – например, для расчета поверхности самолета нужно вычислить параметры воздушного потока в каждой точке крыла и фюзеляжа, на каждом квадратном сантиметре. Иными словами, требуется решить уравнение для каждого квадратного сантиметра, а площадь поверхности самолета – десятки квадратных метров. При изменении геометрии поверхности все нужно пересчитывать заново. Причем эти расчеты должно быть сделаны быстро, иначе процесс проектирования затянется. Что касается космонавтики, то она началась не с полетов, а с расчетов. У суперкомпьютеров здесь огромное поле для применения».

В корпорации «Боинг» развернут суперкластер, разработанный компанией «Linux NetworX» и используемый для моделирования поведения топлива в ракете «Delta IV», которая предназначена для запуска спутников различного назначения. Из четырех взятых на рассмотрение кластерных архитектур «Боинг» выбрала кластер «Linux NetworX», поскольку он обеспечивает приемлемую стоимость эксплуатации, а по вычислительной мощности даже превосходит потребности проекта «Delta IV». Кластер состоит из 96 серверов, основанных на процессорах AMD Athlon 850 МГц, связанных между собой посредством высокоскоростных Ethernet-соединений.

В 2001 году корпорация IBM установит для министерства обороны США в Суперкомпьютерном центре на Гавайях 512-процессорный Linux-кластер вычислительной мощностью 478 миллиардов операций в секунду. Кроме Пентагона кластер будут использовать также другие федеральные ведомства и

научные учреждения: в частности, кластер для прогнозирования скорости и направления распространения лесных пожаров. Система будет состоять из 256 тонких серверов IBM eServerx330, содержащих каждый по два процессора Pentium-III. Серверы будут связаны при помощи механизма кластеризации, разработанного компанией «Myricom».

Однако сфера применения суперкомпьютеров не ограничивается ВПК. Сегодня крупными заказчиками суперкомпьютеров являются биотехнологические компании.

«В рамках программы „Геном человека" IBM, – пишет Воловик, – получила заказ на создание компьютера с несколькими десятками тысяч процессоров. Впрочем, расшифровка генома человека не единственный пример использования компьютеров в биологии: создание новых медицинских препаратов сегодня возможно только с использованием мощных компьютеров. Поэтому фармацевтические гиганты вынуждены инвестировать значительные средства в вычислительную технику, образуя рынок для компаний „Hewlett-Packard", „Sun", „Compaq". Еще не так давно создание нового лекарства занимало 5-7 лет и требовало значительных финансовых затрат. Сегодня же лекарства моделируются на мощных компьютерах, которые не только „строят" препараты, но и оценивают их влияние на человека. Американские иммунологи создали препарат, способный бороться со 160 вирусами. Это лекарство было смоделировано на компьютере в течение полугода. Иной способ его создания потребовал бы нескольких лет работы».

А в Лос-Аламосской Национальной лаборатории всемирная эпидемия СПИДа была «прокручена» назад к ее истоку. Данные о копиях вируса СПИДа были заложены в суперкомпьютер, и это позволило определить время появления самого первого вируса – 1930 год.

В середине 1990-х годов образовался другой крупный рынок суперкомпьютеров. Этот рынок напрямую связан с развитием Интернета. Объем информации в Сети достиг невиданных размеров и продолжает увеличиваться. Причем информация в Интернете растет нелинейно. Наряду с увеличением объема данных меняется и форма их подачи – к тексту и рисункам прибавились музыка, видео, анимация. В результате возникли две проблемы – где хранить всевозрастающий объем данных и как сократить время поиска нужной информации.

Суперкомпьютеры применяются также во всех областях, где необходимо обработать большие объемы данных. Например, в банкинге, логистике, туризме, транспорте. Недавно «Compaq» заключила контракт с министерством энергетики США на поставку суперкомпьютеров ценой 200 миллионов долларов.

Хиронобу Сакагучи, президент компании «Square», производящей компьютерные игры, говорит: «Сегодня мы готовим фильм по мотивам своих игр. Square „обсчитывает" один кадр из фильма за 5 часов. На GCube эта операция занимает 1/30 секунды». Таким образом, на новый уровень выходит

процесс медиа-производства: сокращается время работы над продуктом, существенно снижается стоимость фильма или игры.

Высокий уровень конкуренции заставляет игроков снижать цены на суперкомпьютеры. Один из методов снижения цены – использование в них множества стандартных процессоров. Это решение изобрели сразу несколько «игроков» рынка больших компьютеров. В результате к удовольствию покупателей на рынке появились серийные относительно недорогие серверы.

Действительно, проще разделить громоздкие вычисления на мелкие части и поручить выполнение каждой такой части отдельному недорогому серийно выпускаемому процессору. Например, ASCI Red фирмы «Intel», еще недавно занимавший первую строку в таблице TOP500 самых быстродействующих компьютеров мира, состоит из 9632 обычных процессоров Pentium. Другим важным преимуществом такой архитектуры является ее наращиваемость: путем простого увеличения числа процессоров можно поднять производительность системы. Правда, с некоторыми оговорками: во-первых, с увеличением числа отдельных вычислительных узлов производительность растет не в прямой пропорции, а несколько медленнее, часть времени неизбежно расходуется на организацию взаимодействия процессоров между собой, а во-вторых – значительно возрастает сложность программного обеспечения. Но эти проблемы успешно решаются, а сама идея «параллельных вычислений» развивается уже не первый десяток лет

«В начале девяностых годов возникла новая мысль, – пишет в „Известиях" Юрий Ревич, – которая получила название мета-компьютинга, или „распределенных вычислений". При такой организации процесса отдельные вычислительные узлы уже конструктивно не объединены в один общий корпус, а представляют собой отдельные самостоятельные компьютеры. Первоначально имелось в виду объединять в единый вычислительный комплекс компьютеры разного уровня, например, предварительная обработка данных могла производиться на пользовательской рабочей станции, основное моделирование – на векторно-конвейерном суперкомпьютере, решение больших систем линейных уравнений – на массивно-параллельной системе, а визуализация результатов – на специальной графической станции. Связанные высокоскоростными каналами связи отдельные станции могут быть и одного ранга, именно так устроен занявший теперь первую строку в TOP500 суперкомпьютер ASCI White фирмы IBM, который состоит из 512 отдельных серверов RS/6000 (компьютер, обыгравший Каспарова). Но настоящий размах идея „распределения" приобрела с распространением Интернета. Хотя каналы связи между отдельными узлами в такой сети трудно назвать быстродействующими, зато самих узлов можно набрать практически неограниченное количество: любой компьютер в любом районе мира можно привлечь к выполнению задачи, поставленной на противоположном конце земного шара».

Впервые широкая публика заговорила о «распределенных вычислениях» в

связи с феноменальным успехом проекта поиска внеземных цивилизаций SETI@Home. 1,5 миллиона добровольцев, расходующих за свои деньги по ночам электроэнергию на благородное дело нахождения контакта с инопланетянами, обеспечивают вычислительную мощность 8 Тфлопс, что только немного отстает от рекордсмена – упоминавшийся суперкомпьютер ASCI White развивает «скорость» 12 Тфлопс. По признанию директора проекта Дэвида Андерсона, «одиночный суперкомпьютер, равный по мощности нашему проекту, стоил бы 100 миллионов долларов, а мы создали это практически из ничего».

Эффектно продемонстрировал возможности распределенных вычислений молодой студент-математик из США Колин Персиваль. За 2,5 года он с помощью 1742 добровольцев из пятидесяти стран мира установил сразу три рекорда в специфическом соревновании, целью которого является определение новых последовательных цифр числа «пи». Ранее ему удалось вычислить пяти– и сорокатриллионный знак после запятой, а в последний раз ему удалось установить, какая цифра стоит на квадриллионной позиции.

МЕДИЦИНА

Люстра Чижевского

Можно ли никогда не болеть? Конечно, это почти невозможно. Но вот болеть редко и легче переносить недуги помогает люстра Чижевского. Александр Леонидович Чижевский – великий русский биофизик, космист, основоположник гелиобиологии и изобретатель, бесспорно, знаменитой теперь электроэффлювиальной люстры.

Сам Чижевский, когда речь заходила о приоритете, вспоминал замок Дуино на Адриатике. На одном из его бастионов с незапамятных времен было закреплено копье. Там всегда на часах стоял солдат и следил за погодой. Если на острие копья появлялось огненное свечение или проскакивали искры, часовой звонил в колокол, предупреждая окрестных жителей и рыбаков о надвигающейся непогоде.

Но важно другое: растительность вокруг этого копья была несравнимо богаче, чем в некотором отдалении. И знала об этом вся округа! Что, собственно, подтверждается подлинным письмом бенедиктинского монаха Императи, датированным аж 1602 годом.

В 1748 году французский аббат Ноллет выращивал рассаду в металлических горшках и регулярно подносил их к заряженным частям электрической машинки. И у него увеличивалась энергия прорастания семян.

В 1780-е годы другой французский аббат Бертолон, большой знаток физики и медицины, ставил необычные опыты в своем саду и огороде. Он поливал растения из леек, соединенных проводом с электростатической машиной, и

добился поразительных результатов. Овощи росли быстрее, гиацинты давали больше листьев и стеблей, а фрукты созревали скорее и были на редкость вкусны.

Известный революционер Марат тоже экспериментировал с электричеством. Его увлекла идея дуинского копья. Взяв за основу такие копья, он решил протянуть от них проволочки в квартиры парижан. Отрицательно заряженная материя воздуха, считал «друг народа», укрепит здоровье и дух бойцов революции. Они быстрее наберутся сил во благо великой Франции. Известно, что президент США Бенджамин Франклин придумал громоотвод. Он же первым предложил использовать атмосферное электричество в лечебных целях. В его честь такое лечение назвали франклинизацией. А медицинскую электростатическую машинку с паукообразным электродом, который, как люстру, подвешивали над головой пациента, стали звать Франклином.

Однако Франклин, как и его предшественники, не понял самого главного. Лечит отнюдь не всякое электричество, а только отрицательно заряженное. Положительные заряды, наоборот, крайне вредны и даже опасны для здоровья и жизни.

Впервые это установил русский биофизик Александр Чижевский в 1920-е годы. Чижевский ставил такой эксперимент. Помещал мышей в герметичную камеру и пропускал туда воздух сквозь плотный фильтрующий слой ваты. Через 5-10 дней животные становились вялыми, как при авитаминозе. Постепенно болезненное состояние переходило в коматозное, мыши наотрез отказывались от пищи, наконец, агонизировали и гибли. Это явление Чижевский назвал аэроионным голоданием.

«Итак, химический состав воздуха после фильтрации через вату остался тем же, что и до фильтрации, это бесспорно, – пояснял изумленным коллегам суть явления Александр Леонидович. – Воздух стал даже чище, ибо пыль и микроорганизмы осели на вате. И тем не менее он стал „мертвым“. Пропуская воздух через вату, мы лишаем его некоторых свойств, абсолютно необходимых для жизнедеятельности организма. Какие же это свойства? При фильтрации кислород воздуха теряет свое великое „нечто“ – свои физические свойства, которые необходимы для поддержания жизни. Проходя слой ваты, воздух оставляет на ней все свои электрические заряды, в том числе отрицательные аэроионы – „витамины воздуха“».

Чтобы доказать это, Чижевский ставил другой опыт. В такую же камеру вводилась игла, на которую подавалось высокое напряжение. На острие иглы образовывались отрицательные аэроионы. Теперь подопытные животные чувствовали себя прекрасно. Благодаря «витаминам воздуха» их жизнестойкость становилась даже выше, чем у животных на воле.

Чижевский был отнюдь не кабинетный ученый, не «голый» экспериментатор, а человек, ориентированный на практику. Он не только раскрыл механизм целебного воздействия отрицательно заряженных частиц воздуха – аэроионов – на все живое, но и создал на этом принципе

универсальный прибор для лечения электричеством множества болезней. Соратники ученого назвали этот прибор люстрой Чижевского. Она стала одним из самых ярких достижений XX века. Не зря Чижевского на Первом международном конгрессе по биофизике в Нью-Йорке в сентябре 1939 года за заслуги перед человечеством выдвигали на Нобелевскую премию. Международная общественность присвоила ему ни много ни мало почетное звание «Леонардо да Винчи XX века».

Чижевский опубликовал статьи об электронной медицине, незамедлительно запатентовал свою электроэффлювиальную люстру. Англичане попытались купить у него патент. Не вышло. Чижевский передал его в безвозмездное пользование СССР.

Уверенные в своих силах конструкторы крупнейшего немецкого электротехнического концерна «Сименс» всерьез обратили взоры к электронной медицине. Но обойтись решили и без Чижевского, и без его патента. Оказалось, что сделать это не так-то просто. В 1932 году гигант мировой индустрии «Сименс» наладил выпуск генераторов ионов. И были это не люстры под потолком, а портативные устройства на изящных мраморных столиках.

Но вот беда, приборы «Сименса» давали ионы слишком слабых энергий и должным лечебным эффектом не обладали. К тому же больные жаловались на дурные запахи. Дело в том, что аппараты активно генерировали еще и окислы азота, не только плохо пахнущие, а и очень вредные для организма вещества. Уже в 1934 году «Сименс» свернул это производство.

На Западе перспективное дело, конечно, не бросили. Но приоритет русского ученого затушевать попытались. Чтобы подчеркнуть – дескать, Чижевский не был первым, – стали датировать его выдающиеся работы 1953 годом. Хотя они были опубликованы задолго до этого – в 1935 году.

Нарушая принципы Чижевского, западные инженеры создали множество различных модификаций ионизатора. Но хорошие «витамины воздуха» иностранцы делать так толком и не научились.

Исследования, проведенные в Институте имени Н.В. Склифосовского, в НИИ высшей нервной деятельности, в НИИ медицины труда, Институте педиатрии и других научных центрах, подтвердили, что ионы, получаемые на принципах люстры Чижевского, обладают мощной целебной силой. Прав был Александр Леонидович, утверждая, что одним и тем же прибором можно лечить совершенно разные заболевания. Новая теория общей патологии, разработанная М.С. Мачабели в 1960—1970-е годы, объяснила причины практически всех заболеваний одним общим началом – катастрофической потерей электронов в клетках и тканях организма.

Чтобы защититься от этого, нужно иметь запас электронов на мембранах клеток. Именно их и производит люстра Чижевского, а значит, действие ее универсально.

Целебные аэроионы, проникая в легкие человека, заряжают кровь, делают

клетки и ткани организма более стойкими, то есть увеличивают иммунитет. При вдыхании аэроионов легкие как бы расправляются. Приступы у больных бронхиальной астмой становятся реже и легче переносятся. Уже не так мучает одышка.

В 1969 году очень тяжело заболел крупнейший советский физик, академик Игорь Евгеньевич Тамм. Лечили его лучшими лекарствами. Врачи уже вынесли ученому приговор: жить ему оставалось всего дня три-четыре. Поэтому против использования аэроионизатора не возражали, пусть повисит. Люстра Чижевского совершила чудо. Прямо на глазах стал меняться цвет лица больного. Потом он стал нормально дышать, открыл глаза, улыбнулся. Через несколько дней «безнадежный» встал на ноги!

Как показала практика, в ожоговых центрах благодаря аэроионам выживают больные с обширнейшими – до семидесяти процентов – ожогами кожи. Лежачие пациенты перестают болеть пневмонией. Раны начинают затягиваться быстрее.

В Институте педиатрии Российской академии медицинских наук отмечено быстрое улучшение самочувствия у детей, страдающих респираторной и кожной аллергией, выявлено положительное воздействие ионизированного воздуха на новорожденных. Дети легче адаптируются к изменяющимся условиям внешней среды. У них снижается уровень тревоги, раздражительности.

Молодые российские конструкторы решили изготовить современный вариант люстры. Они отыскали архивы Чижевского и изумились. Ученые предполагали понизить высокое напряжение в пятьдесят тысяч вольт, используемое в аппарате Чижевского, с целью безопасности. Но оказалось, высокое напряжение ни в коем случае нельзя было снижать, ведь именно оно дает высочайшее качество аэроионов. На этом в свое время и «прокололись» американцы. Проблема электробезопасности решилась проще: человека-то убивает вовсе не напряжение, а ток. Его силу и снизили.

Сегодня поправить здоровье при помощи «люстры Чижевского» может любой, купивший ее в магазине.

Способ применения «люстры Чижевского» чрезвычайно прост. Хорошо проветрив помещение, надо включить люстру и на 10-15 минут выйти в другую комнату. За это время происходит ионизация и оседание пыли, воздух помещения очищается. Первое пребывание под люстрой рекомендуется ограничить 30 минутами. Затем, увеличивая дозировку на полчаса в день, довести ее до 3-4 часов в сутки. Во время аэроионопрофилактики надо избегать сквозняков, поскольку аэроионы легко уносятся потоком воздуха.

Искусственные органы человека

Современная медицинская техника позволяет заменять полностью или

частично больные органы человека. Электронный водитель ритма сердца, усилитель звука для людей, страдающих глухотой, хрусталик из специальной пластмассы – вот только некоторые примеры использования техники в медицине. Все большее распространение получают также биопротезы, приводимые в движение миниатюрными блоками питания, которые реагируют на биотоки в организме человека.

Во время сложнейших операций, проводимых на сердце, легких или почках, неоценимую помощь медикам оказывают «Аппарат искусственного кровообращения», «Искусственное легкое», «Искусственное сердце», «Искусственная почка», которые принимают на себя функции оперируемых органов, позволяют на время приостановить их работу.

«Искусственное легкое» представляет собой пульсирующий насос, который подает воздух порциями с частотой 40-50 раз в минуту. Обычный поршень для этого не подходит: в ток воздуха могут попасть частички материала его трущихся частей или уплотнителя. Здесь и в других подобных устройствах используют мехи из гофрированного металла или пластика – сильфоны. Очищенный и доведенный до требуемой температуры воздух подается непосредственно в бронхи.

«Аппарат искусственного кровообращения» устроен аналогично. Его шланги подключаются к кровеносным сосудам хирургическим путем.

Первая попытка замещения функции сердца механическим аналогом была сделана еще в 1812 году. Однако до сих пор среди множества изготовленных аппаратов нет полностью удовлетворяющего врачей.

Отечественные ученые и конструкторы разработали ряд моделей под общим названием «Поиск». Это четырехкамерный протез сердца с желудочками мешотчатого типа, предназначенный для имплантации в ортотопическую позицию.

В модели различают левую и правую половины, каждая из которых состоит из искусственного желудочка и искусственного предсердия.

Составными элементами искусственного желудочка являются: корпус, рабочая камера, входной и выходной клапаны. Корпус желудочка изготавливается из силиконовой резины методом наслоения. Матрица погружается в жидкий полимер, вынимается и высушивается – и так раз за разом, пока на поверхности матрицы не создается многослойная плоть сердца.

Рабочая камера по форме аналогична корпусу. Ее изготавливали из латексной резины, а потом из силикона. Конструктивной особенностью рабочей камеры является различная толщина стенок, в которых различают активные и пассивные участки. Конструкция рассчитана таким образом, что даже при полном напряжении активных участков противоположные стенки рабочей поверхности камеры не соприкасаются между собой, чем устраняется травма форменных элементов крови.

Российский конструктор Александр Дробышев, несмотря на все трудности, продолжает создавать новые современные конструкции «Поиска», которые

будут значительно дешевле зарубежных образцов.

Одна из лучших на сегодня зарубежных систем «Искусственное сердце» «Новакор» стоит 400 тысяч долларов. С ней можно целый год дома ждать операции.

В кейсе-чемоданчике «Новакора» находятся два пластмассовых желудочка. На отдельной тележке – наружный сервис: компьютер управления, монитор контроля, который остается в клинике на глазах у врачей. Дома с больным – блок питания, аккумуляторные батареи, которые сменяются и подзаряжаются от сети. Задача больного – следить за зеленым индикатором ламп, показывающих заряд аккумуляторов.

Аппараты «Искусственная почка» работают уже довольно давно и успешно применяются медиками.

Еще в 1837 году, изучая процессы движения растворов через полупроницаемые мембраны, Т. Грехен впервые применил и ввел в употребление термин «диализ» (от греческого dialisis – отделение). Но лишь в 1912 году на основе этого метода в США был сконструирован аппарат, с помощью которого его авторы проводили в эксперименте удаление салицилатов из крови животных. В аппарате, названном ими «искусственная почка», в качестве полупроницаемой мембраны были использованы трубочки из коллодия, по которым текла кровь животного, а снаружи они омывались изотоническим раствором хлорида натрия. Впрочем, коллодий, примененный Дж. Абелем, оказался довольно хрупким материалом и в дальнейшем другие авторы для диализа пробовали иные материалы, такие как кишечник птиц, плавательный пузырь рыб, брюшину телят, тростник, бумагу.

Для предотвращения свертывания крови использовали гирудин – полипептид, содержащийся в секрете слюнных желез медицинской пиявки. Эти два открытия и явились прототипом всех последующих разработок в области внепочечного очищения.

Каковы бы ни были усовершенствования в этой области, принцип пока остается одним и тем же. В любом варианте «искусственная почка» включает в себя следующие элементы: полупроницаемая мембрана, с одной стороны которой течет кровь, а с другой стороны – солевой раствор. Для предотвращения свертывания крови используют антикоагулянты – лекарственные вещества, уменьшающие свертываемость крови. В этом случае происходит выравнивание концентраций низкомолекулярных соединений ионов, мочевины, креатинина, глюкозы, других веществ с малой молекулярной массой. При увеличении пористости мембраны возникает перемещение веществ с большей молекулярной массой. Если же к этому процессу добавить избыточное гидростатическое давление со стороны крови или отрицательное давление со стороны омывающего раствора, то процесс переноса будет сопровождаться и перемещением воды – конвекционный массообмен. Для переноса воды можно воспользоваться и осмотическим давлением, добавляя в диализат осмотически активные вещества. Чаще всего

с этой целью использовали глюкозу, реже фруктозу и другие сахара и еще реже продукты иного химического происхождения. При этом, вводя глюкозу в больших количествах, можно получить действительно выраженный дегидратационный эффект, однако повышение концентрации глюкозы в диализате выше некоторых значений не рекомендуется из-за возможности развития осложнений.

Наконец, можно вообще отказаться от омывающего мембрану раствора (диализата) и получить выход через мембрану жидкой части крови: вода и вещества с молекулярной массой широкого диапазона.

В 1925 году Дж. Хаас провел первый диализ у человека, а в 1928 году он же использовал гепарин, поскольку длительное применение гирудина было связано с токсическими эффектами, да и само его воздействие на свертывание крови было нестабильным. Впервые же гепарин был применен для диализа в 1926 году в эксперименте Х. Нехельсом и Р. Лимом.

Поскольку перечисленные выше материалы оказывались малопригодными в качестве основы для создания полупроницаемых мембран, продолжался поиск других материалов, и в 1938 году впервые для гемодиализа был применен целлофан, который в последующие годы длительное время оставался основным сырьем для производства полупроницаемых мембран.

Первый же аппарат «искусственная почка», пригодный для широкого клинического применения, был создан в 1943 году В. Колффом и Х. Берком. Затем эти аппараты усовершенствовались. При этом развитие технической мысли в этой области вначале касалось в большей степени именно модификации диализаторов и лишь в последние годы стало затрагивать в значительной мере собственно аппараты.

В результате появилось два основных типа диализатора, так называемых катушечных, где использовали трубки из целлофана, и плоскопараллельных, в которых применялись плоские мембраны.

В 1960 году Ф. Киил сконструировал весьма удачный вариант плоскопараллельного диализатора с пластинами из полипропилена, и в течение ряда лет этот тип диализатора и его модификации распространились по всему миру, заняв ведущее место среди всех других видов диализаторов.

Затем процесс создания более эффективных гемодиализаторов и упрощения техники гемодиализа развивался в двух основных направлениях: конструирование самого диализатора, причем доминирующее положение со временем заняли диализаторы однократного применения, и использование в качестве полупроницаемой мембраны новых материалов.

Диализатор – сердце «искусственной почки», и поэтому основные усилия химиков и инженеров были всегда направлены на совершенствование именно этого звена в сложной системе аппарата в целом. Однако техническая мысль не оставляла без внимания и аппарат как таковой.

В 1960-х годах возникла идея применения так называемых центральных систем, то есть аппаратов «искусственная почка», в которых диализат

готовили из концентрата – смеси солей, концентрация которых в 30-34 раза превышала концентрацию их в крови больного.

Комбинация диализа «на слив» и техники рециркуляции была использована в ряде аппаратов «искусственная почка», например американской фирмой «Travenol». В этом случае около 8 литров диализата с большой скоростью циркулировало в отдельной емкости, в которую был помещен диализатор и в которую каждую минуту добавляли по 250 миллилитров свежего раствора и столько же выбрасывали в канализацию.

На первых порах для гемодиализа использовали простую водопроводную воду, потом из-за ее загрязненности, в частности микроорганизмами, пробовали применять дистиллированную воду, но это оказалось очень дорогим и малопроизводительным делом. Радикально вопрос был решен после создания специальных систем по подготовке водопроводной воды, куда входят фильтры для ее очистки от механических загрязнений, железа и его окислов, кремния и других элементов, ионообменные смолы для устранения жесткости воды и установки так называемого «обратного» осмоса.

Много усилий было затрачено на совершенствование мониторных систем аппаратов «искусственная почка». Так, кроме постоянного слежения за температурой диализата, стали постоянно наблюдать с помощью специальных датчиков и за химическим составом диализата, ориентируясь на общую электропроводность диализата, которая меняется при снижении концентрации солей и повышается при увеличении таковой.

После этого в аппаратах «искусственная почка» стали применять ионо-селективные проточные датчики, которые постоянно следили бы за ионной концентрацией. Компьютер же позволил управлять процессом, вводя из дополнительных емкостей недостающие элементы, или менять их соотношение, используя принцип обратной связи.

Величина ультрафильтрации в ходе диализа зависит не только от качества мембраны, во всех случаях решающим фактором является трансмембранное давление, поэтому в мониторах стали широко применять датчики давления: степень разрежения по диализату, величина давления на входе и выходе диализатора. Современная техника, использующая компьютеры, позволяет программировать процесс ультрафильтрации.

Выходя из диализатора, кровь попадает в вену больного через воздушную ловушку, что позволяет судить на глаз о приблизительной величине кровотока, склонности крови к свертыванию. Для предупреждения воздушной эмболии эти ловушки снабжают воздуховодами, с помощью которых регулируют в них уровень крови. В настоящее время во многих аппаратах на воздушные ловушки надевают ультразвуковые или фотоэлектрические детекторы, которые автоматически перекрывают венозную магистраль при падении в ловушке уровня крови ниже заданного.

Недавно ученые создали приборы, помогающие людям, потерявшим зрение – полностью или частично.

Чудо-очки, например, разработаны в научно-внедренческой производственной фирме «Реабилитация» на основе технологий, использовавшихся ранее лишь в военном деле. Подобно ночному прицелу, прибор действует по принципу инфракрасной локации. Черно-матовые стекла очков на самом деле представляют собой пластины из оргстекла, между которыми заключено миниатюрное локационное устройство. Весь локатор вместе с очковой оправой весит порядка 50 граммов – примерно столько же, сколько и обыкновенные очки. И подбирают их, как и очки для зрячих, строго индивидуально, чтобы было и удобно, и красиво. «Линзы» не только выполняют свои прямые функции, но и прикрывают дефекты глаз. Из двух десятков вариантов каждый может выбрать для себя наиболее подходящий.

Пользоваться очками совсем не трудно: надо надеть их и включить питание. Источником энергии для них служит плоский аккумулятор размерами с сигаретную пачку. Здесь же, в блоке, помещается и генератор.

Излучаемые им сигналы, натолкнувшись на преграду, возвращаются назад и улавливаются «линзами-приемниками». Принятые импульсы усиливаются, сравниваются с пороговым сигналом, и, если есть преграда, тотчас звучит зуммер – тем громче, чем ближе подошел к ней человек. Дальность действия прибора можно регулировать, используя один из двух диапазонов.

Работы по созданию электронной сетчатки успешно ведутся американскими специалистами НАСА и Главного центра при университете Джона Гопкинса.

На первых порах они постарались помочь людям, у которых еще сохранились кое-какие остатки зрения. «Для них созданы телеочки, – пишут в журнале „Юный техник" С. Григорьев и Е. Рогов, – где вместо линз установлены миниатюрные телеэкраны. Столь же миниатюрные видеокамеры, расположенные на оправе, пересылают в изображение все, что попадает в поле зрения обычного человека. Однако для слабовидящего картина еще и дешифруется с помощью встроенного компьютера. Такой прибор особых чудес не создает и слепых зрячими не делает, считают специалисты, но позволит максимально использовать еще оставшиеся у человека зрительные способности, облегчит ориентацию.

Например, если у человека осталась хотя бы часть сетчатки, компьютер «расщепит» изображение таким образом, чтобы человек мог видеть окружающее хотя бы с помощью сохранившихся периферийных участков.

По оценкам разработчиков, подобные системы помогут примерно 2,5 миллионов людей, страдающих дефектами зрения. Ну а как быть с теми, у кого сетчатка практически полностью утрачена? Для них ученые глазного центра, работающего при университете Дюка (штат Северная Каролина), осваивают операции по вживлению электронной сетчатки. Под кожу имплантируются специальные электроды, которые, будучи соединены с нервами, передают изображение в мозг. Слепой видит картину, состоящую из отдельных светящихся точек, очень похожую на демонстрационное табло, что устанавливают на стадионах, вокзалах и в аэропортах. Изображение на

«табло» опять-таки создают миниатюрные телекамеры, укрепленные на очковой оправе».

И, наконец, последнее слово науки на сегодняшний день – попытка методами современной микротехнологии создать новые чувствительные центры на поврежденной сетчатке. Такими операциями занимаются сейчас в Северной Каролине профессор Рост Пропет и его коллеги. Совместно со специалистами НАСА они создали первые образцы субэлектронной сетчатки, которая непосредственно имплантируется в глаз.

«Наши пациенты, конечно, никогда не смогут любоваться полотнами Рембрандта, – комментирует профессор. – Однако различать, где дверь, а где окно, дорожные знаки и вывески они все-таки будут…»

Томографы

Среди появившихся в последние годы методов диагностики особенно информативны, по мнению ученых-медиков, так называемые интраскопические методы, рентген-компьютерная томография, ядерно-магниторезонансная (ЯМР) томография и ЯМР-спектроскопия, а также позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ).

Когда подозрительный участок или орган освещается лазерным импульсом, спектральный отклик – своего рода оптическая подпись – раковой ткани заметно отличается от отклика нормальной ткани. Наиболее известным сегодня примером трехмерной визуализации может служить компьютерная томография.

Обычные методы, даже при очень хорошей рентгеновской трубке и сверхчувствительной фотопленке, дают нечеткое и сильно «зашумленное» изображение, к тому же только двумерное, так что правильно его интерпретировать – отдельная наука.

«Методы диагностики за последние годы сделали небывалый скачок, – рассказывает академик Терновой, – благодаря компьютерным технологиям. Около 20 лет назад создали рентгеновский компьютерный томограф – и стало возможным изучать структуру человеческого мозга, не вскрывая черепную коробку. А нынешняя аппаратура обладает такими свойствами, что можно непосредственно наблюдать, например, сокращающееся сердце. Поэтому традиционная, инвазивная диагностика („инвазия" означает „проникновение") постепенно уходит в прошлое. Скажем, с помощью магнитно-резонансного томографа внутренние органы видны в действии даже без введения контрастных веществ, которые „очерчивают" их контуры.

…Принцип его действия основан на двух тривиальных фактах: во-первых, человеческое тело состоит главным образом из воды, причем ее молекулы образуют химические связи с белками и другими структурами, разными в разных тканях; во-вторых, молекула воды есть диполь. В организме эти

диполи ориентированы, разумеется, как попало и к тому же вращаются. Но если ненадолго поместить человека в магнитное поле (довольно сильное, но не настолько, чтобы представлять опасность для здоровья), все молекулы воды поворачиваются «лицом» в направлении его силовых линий. Затем подают особую радиочастоту – она придает диполям дополнительную энергию и отклоняет их от заданной магнитным полем ориентации на тот или иной угол. Собственно, в том и все дело, что углы разные, их величина зависит от внутренней структуры органа или ткани, а также – что особенно важно – от наличия патологий.

Внешний радиоимпульс подается всего на какое-то мгновение, но его достаточно. Потом молекулы воды возвращаются в прежнее положение, опять выстраиваясь в магнитном поле. При этом они сбрасывают лишнюю энергию – ее регистрируют особые катушки (даже если она очень мала!). Полученные данные поступают в компьютер, там обрабатываются…»

В отличие от традиционных рентгеновских методов томография представляет собой объемную реконструкцию внутренних органов на основе числовых данных, являющихся характеристиками физических свойств тканей. На ЯМР-томографе можно получить, например, трехмерное изображение плода. Врач может рассматривать мельчайшие детали, как угодно преобразовывать изображение, его можно также легко сжимать, архивировать, передавать по каналам связи для участия в телеконсилиумах и т д.

При обследовании на рентгеновском томографе пациент ложится на стол таким образом, чтобы та часть тела, изображение которой требуется получить, находилась бы в пределах кругового отверстия в раме томографа. В верхней части рамы обычно располагаются рентгеновский источник и коллиматор – устройство, преобразующее расходящийся пучок лучей в тонкий направленный поток. В нижней части рамы находится линейка детекторов рентгеновского излучения, как бы заменяющая пленку. При необходимости врач может предварительно ввести в организм пациента химическое вещество, позволяющее улучшить визуальный контраст между исследуемым органом и окружающими тканями. Когда включается рентгеновский источник, тонкие, как карандаш, лучи просвечивают тело и данные, регистрируемые детектором, передаются в компьютер. По мере того как рама поворачивается вокруг пациента, этот процесс повторяется много раз, и каждый раз данные от детекторов, соответствующие набору разных положений, обрабатываются компьютером.

Благодаря математическому алгоритму, основанному на известном в классической интегральной геометрии преобразовании Радона, набор численных показаний детекторов превращается в картинку на экране. Томографическая установка, основанная на явлении ядерного магнитного резонанса (ЯМР-томограф), обычно представляет собой трубу, содержащую длинный цилиндрический магнит, и обмотки, в которых возбуждается ток,

соответствующий посылаемому и принимаемому радиочастотным сигналам. Строго говоря, магнитный резонанс – сугубо квантовое явление, и для его объяснения нужно привлекать стандартные квантово-механические понятия.

Суть явления в том, что сильное постоянное магнитное поле, создаваемое цилиндрическим магнитом, выстраивает хаотически ориентированные спины ядер атомов водорода в теле пациента вдоль единого направления, подобно тому как железные опилки выстраиваются вдоль невидимых линий поля вблизи магнита. Когда через камеру-трубу томографа проходит специально возбуждаемый – зондирующий – радиочастотный импульс, магнитное поле импульса, хотя и слабое, все же на какое-то время слегка отклоняет выстроившиеся спины от заданного направления, и они начинают колебаться, как говорят, прецессировать, вокруг направления сильного поля постоянного магнита, подобно закрученному волчку, который слегка подтолкнули. Ядра атомов при этом резонируют, то есть тоже испускают слабый радиосигнал, который можно зарегистрировать чувствительными детекторами. Когда же зондирующий радиочастотный импульс выключается, спины возвращаются в упорядоченное состояние и генерируемый ядрами сигнал затухает. По времени этого затухания и другим характеристикам сигнала, обрабатываемым компьютером, можно судить о химическом составе и биологических свойствах тканей. Для каждой точки изображения на экране собираются и усредняются данные от резонирующих водородных ядер (протонов) в исследуемом внутреннем органе, при этом каждому полученному значению присваивается свой цвет. В результате области с различной плотностью протонов и, соответственно, неоднородные по составу тканей оказываются отмеченными разными цветами.

В отличие от рентгеновского обследования ЯМР-метод абсолютно безвреден и гарантирует намного лучший контраст между разными типами тканей, что позволяет легко различать здоровые и пораженные участки. ЯМР-томография особенно успешно применяется при диагностике патологий центральной нервной системы и костно-мышечного аппарата, а также для распознавания опухолей на фоне здоровых тканей.

Однако ЯМР-томография завоевывает все новые позиции. Перспективный метод диагностики легких с помощью ЯМР-томографии, например, разработан в Германии. Он был представлен на выставке «Expo-2000» в Ганновере и заслужил высокую оценку специалистов и прессы.

Для диагноза легочных заболеваний немецкие медики ежегодно делают двадцать один миллион рентгеновских снимков. Однако эти снимки недостаточно контрастны, а рентгеновское излучение вредно для организма. Иное дело – ЯМР-томография.

При многих заболеваниях, протекающих с нарушением дыхания, таких, например, как астма или эмфизема, ЯМР-томограф дает недостаточно четкое изображение – из-за незначительной плотности легочной ткани. А столь важные для диагностики легкого вещества, как кислород и азот, вовсе не

регистрирует. Поэтому исследователи пытаются улучшить снимки легкого тем, что вынуждают пациентов вдыхать безопасные газы в качестве контрастного вещества. Особенно перспективны поляризованные инертные газы. Испытания показали, что насыщение легкого ими позволяет получить отчетливое изображение. Лучшее в сравнении с водородом намагничивание поляризованных инертных газов облегчает работу томографа. Таким образом, медики могут не только диагностировать на ранней стадии астму, муковисцидоз и другие легочные заболевания, но и дополнительно проверить эффективность лечения.

В Германии основы нового метода заложили Эрнст Вильгельм Оттен и Вернер Гайль из Института физики при Университете в Майнце. Оттен и Гайль избрали для своих опытов в качестве контрастного средства гелий-3. На их взгляд, ксенон здесь не очень подходит, так как он всасывается кровью и оказывает наркотическое воздействие на пациентов.

И вот, используя ЯМР-томограф и поляризованный гелий-3 в качестве контрастного вещества, Оттен и Гайль, совместно с радиологом из Майнца Манфредом Теленом и экспертами Немецкого ракового исследовательского центра в Гайдельберге, получили наконец отчетливое изображение воздушного распределения в легком. Новый метод в эксперименте с одной тридцатилетней испытуемой позволил констатировать признаки уже застаревшей легочной эмфиземы. И это при том, что хотя особа и курила, но чувствовала она себя совершенно здоровой и на легкие не жаловалась.

Другой пример – использование ядерно-магниторезонансного томографа для диагностики инфаркта вместо сердечного катетера.

Обследование сердца с помощью ЭКГ, ультразвука и облучения радиоактивными изотопами не всегда приводит к удовлетворительным результатам. В таких случаях часто показана диагностика с помощью сердечного катетера, который вводят в сердце через кровеносные сосуды. Это серьезная нагрузка для организма обследуемого, и многие пациенты предпочитают традиционной методике новую, самую современную, безвредными для человека магнитными полями: сердце «просвечивает» ядерно-магниторезонансный томограф. Предшествующие модели ЯМР-томографов из-за слишком длительных периодов измерений давали недостаточно четкие изображения (сердце непрестанно бьется, и снимок «с большой выдержкой» получается смазанным). Новейшие устройства, улучшенное аппаратное и программное обеспечение позволяют делать достаточно четкие снимки сердца в промежутках между его ударами.

«Точность теперь явно выше, чем при прежних неинвазивных методах, – поясняет Айке Нагель из Немецкого центра сердца в Берлине. – Используя технику, число обследований с помощью сердечного катетера можно сократить, по меньшей мере, на 20 процентов». А по оценке оптимистов – наполовину.

Будучи прибором для всесторонней диагностики, ЯМР-томограф изображает

сердце и большие артерии пространственно, измеряет параметры кровоснабжения и распознает омертвевшую ткань. Щадящий высокотехнологичный метод подходит как для профилактики, так и для лечения сердечных больных.

ЯМР-томография избавляет инфарктных пациентов от излишних нагрузок. С помощью этого метода можно предсказать, обещает ли вообще успех расширение сосуда или операция на анастомозе. Это показали ученые из Северо-Западного университета в Чикаго в своем клиническом исследовании.

Очень важно, что новая техника может оградить от опасных вмешательств многих юных пациентов. Сильные магнитные поля, воздействию которых подвергаются обследуемые, практически безвредны – по крайней мере, так считает современная наука. Альтернативные методы, к примеру, компьютерная и позитронно-эмиссионная томография, работают, напротив, с небезопасными для организма субстанциями – рентгеновскими лучами и радиоактивными изотопами.

Своего рода бум испытывает томографическая профилактика сердечно-сосудистых заболеваний в столице Тайваня Тайбэе. Там недавно открылся специальный центр осмотра, где примерно получасовое обследование сердца и сосудов ЯМР-томографом стоит тысячу долларов, при этом расслабиться пациентам помогают видеоочки и приятная музыка…

Лазер-хирург

Пожалуй, сегодня чаще всего лазер используется для операций на глазах. Всем известны успехи знаменитой клиники Святослава Федорова. Но восстановлением зрения, к счастью, его применение не ограничивается. Ежегодно более 150000 жителей России нуждаются в операциях по поводу ишемической болезни сердца, то есть недостаточного кровоснабжения ткани сердечной мышцы.

Такие люди рано или поздно становятся пациентами хирурга. Для того чтобы решить, что делать с больным, проводится тщательное диагностическое исследование – коронарография. По ее результатам врач делает выводы. Если поражен один сосуд, его можно расширить катетером, подобная операция называется ангиопластика. У других больных поражение множественное, тогда им предписывают операцию аортокоронарного шунтирования. Такую успешно сделали первому президенту России Б.Н. Ельцину. Однако иногда тонкие коронарные сосуды настолько забиты атеросклеротическими бляшками, что аортокоронарное шунтирование невыполнимо. Таких пациентов может спасти лишь трансмиокардиальная реваскуляризация – операция с помощью лазера. Ее суть состоит в создании новых сосудов в мышце сердца.

Эта уникальная операция разработана россиянами – директором Научного

центра сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева, академиком РАМН Лео Бокерия и его коллегами.

«Известно, что у ряда видов пресмыкающихся коронарных сосудов вообще нет, – рассказывает Бокерия Борису Самойлову, корреспонденту журнала „Техника – молодежи". – Их сердечная мышечная ткань получает кислород непосредственно из полости миокарда. Идея наших ученых в том, чтобы пробить лазерным лучом через всю толщу сердца от 45 до 70 микроскопически узких сквозных отверстий в разных направлениях и получить сеть канальцев. Позже канальца в процессе нормальной физиологической эволюции начинают между собой сообщаться. В результате они создают новую кровеносную систему сердца. Только так можно помочь больному. Ведь старые сосуды восстановить уже нереально – они „намертво" закупорены бляшками, оттого кровь не поступает к некоторым участкам сердца. Через них-то мы и пробиваем канальцы. Операция проходит без подключения системы искусственного кровообращения. Это ведет к снижению травматизма во время операций и сокращает их по времени».

«Лазер у нас особый и заслуживает хотя бы нескольких слов. Он функционирует на углекислом газе, но не в том его уникальность, установки с двуокисью углерода в качестве рабочего тела известны. Главное в другом: наш лазер обладает огромной мощностью, и его воздействие нетрудно синхронизировать с тем или иным этапом работы сердца – в данном случае с диастолой, периодом, когда оно „отдыхает" от очередного сокращения. Именно тогда лазерная установка наносит разряд длительностью 10-20 мс и мощностью 800 Вт – в итоге образуются очень узкие канальцы с идеально ровными краями. Последнее обстоятельство крайне важно, чтобы вновь образованные сосуды сразу не забивались, чтобы в них не формировались дополнительные источники тромбообразования. Иного способа, более эффективного и безопасного, нынешняя медицинская практика предложить не в силах; теоретически-то, конечно, можно придумать что угодно…»

Габариты лазерной установки для трансмиокардиальной реваскуляризации внушительны, потому что огромна его мощность. Мощность нужна затем, чтобы все сделать быстро и точно в удобный момент, и не зависеть от толщины мышечной ткани стенки сердца. Ее толщина у разных людей и на разных участках колеблется от 10 до 35 миллиметров.

Лазерная установка – совместный продукт Центра лазерных технологий, Научного центра сердечно-сосудистой хирургии им А.Н. Бакулева и ФИАНа. Ее конструировали специально для лазерной хирургии сердца. С виду аппарат очень напоминает бормашину, только заметно крупнее. От установки отходит особым образом устроенный рукав, который подносят к участкам миокарда, лишенным кровоснабжения. Вся оптика здесь – сменная. В ходе операции она в любой момент может запачкаться кровью или физраствором.

Последовательность действий такова. Сначала хирург задает режим разряда. Потом наступает пауза. Ее длительность выбирается такой, чтобы

лазер сработал в нужном временном интервале. Для контроля хода операции в пищевод пациента помещается небольшая «таблетка» на тонком проводе – эхокардиографический датчик. Он регистрирует результат проникновения лазерного луча внутрь сердечной мышцы.

«...Вообще-то сама идея создания искусственных сосудов-канальцев уж лет 40 носится в воздухе, – говорит Бокерия, – или, если угодно, бродит в умах ученых. Так что и раньше выполнялись исследования, подобные нашему, в том числе в СССР, но они носили скорее научно-поисковый характер. Да и подобие тут довольно приблизительное – во-первых, лазер, нами применяемый, оригинален по качественным параметрам и заметно превосходит существующие аналоги (в частности, американские) по количественным. Во-вторых, в прежние времена возможности контроля были ограничены – а мы благодаря эхокардиографу сразу и в деталях видим, что делаем».

Лео Антонович с гордостью отмечает, что Россия, несмотря ни на что, располагает высочайшими лазерными технологиями, дающими возможность быстро оснастить новой установкой кардиоклиники.

Биочип

Биочип трудно заметить невооруженным глазом. Это едва заметный матовый квадратик на блестящей черной пластинке, размер которой не больше обычной почтовой марки. Но, похоже, этот кроха способен перевернуть всю медицину. Ведь биочип в состоянии заменить целую лабораторию с ученым штатом, сотнями приборов. Принцип действия такого чипа основан на молекулярной биологии.

О технологии производства рассказывает заместитель заведующего центром биочипов Института молекулярной биологии РАН Александр Заседателев:

«Сначала на пластинку наносится гель, на 99 процентов состоящий из воды. Через специальное „сито" его облучают ультрафиолетовыми лучами. Лучи полимеризуют гель, получаются ячейки размером 100x100x20 микрон. На биочипе их может быть от шестисот до нескольких тысяч.

Автомат под контролем компьютера наносит на ячейки различные растворы. В каждом содержатся молекулы-зонды биологических объектов – фрагментов ДНК, бактерий, вирусов...»

Так получают биочип. Для анализа на него надо нанести каплю «подопытной» крови или плазмы. Затем к каждой их молекуле присоединяют «фонарик» флуоресцентного вещества. За процессом наблюдают в специальный микроскоп, созданный в санкт-петербургском Государственном оптическом институте. Молекулы, завидев «родственников» на биочипе, соединяются с ними. В результате, где больше «фонариков», там и ячейка светится ярче. Так удается определить бактерии или дефектные гены. В

принципе же можно распознать любое молекулярное вещество.

Подобный анализ ведется под микроскопом. При желании портрет биочипа можно увеличить, а затем и отпечатать на фотобумаге. Это простой и эффективный способ значительно убыстряет и удешевляет сложнейшие анализы. Затем чип можно высушить и хранить вечно.

Технология изготовления и использования биочипов отрабатывалась десять лет. Ее автору академику Андрею Мирзабекову удалось избрать самый эффективный путь. Конечно же, не случайно пять лет назад Национальная лаборатория Аргонн в США предложила ему возглавить центр биочипов. Академик дал согласие, поставив условие – сохранения центра в России и оказания ему финансовой помощи.

Что оставалось американцам. Они согласились на в общем-то беспрецедентные для Америки условия. Наши ученые получили возможность работать и у себя в институте, и в Чикаго. Но, главное, все права на производство биочипов в России и странах СНГ остались за нами. Конечно, российские ученые гордятся своей работой. Ведь действительно есть чем.

«Биочип для обнаружения спор сибирской язвы срабатывает за полчаса, а традиционный метод занимает полсуток, что в экстренных случаях многовато, – говорит А. Заседателев. – Быстро можно провести анализ многих инфекций и генетических мутаций.

Последняя из работ – биочип для определения 9 штаммов бацилл, вызывающих 93 процента заболеваний лекарственно устойчивыми формами туберкулеза. Диагностикум создан вместе с Московским НПЦ борьбы с туберкулезом. Сегодня, пока не выявлен характер возбудителя, больных долгие месяцы лечат вслепую, часто совсем не тем, что необходимо. Биочип выявит вид бациллы за 2-3 дня.

Доступны биочипу ранние стадии некоторых онкологических заболеваний, предрасположенность к болезням сердца и сосудов, вредные примеси в воде и в воздухе. Но все это пока в сослагательном наклонении. Если бы были средства на промышленное производство, если бы те, кому положено, оценили новейшую, дешевую и во многих случаях спасительную технологию…»

«Пока же ученые решают более актуальную проблему – отопительную, – пишет в „Известиях“ Татьяна Батенева. – Высокие технологии можно создавать только теплыми руками, шутят молекулярные биологи, из холодных пробирок они вываливаются. Их амбиции не простираются дальше стремлений создать некий совет, который мог бы убедить начальников от науки в важности сделанного.

Тем временем консорциум фирм «Паккард» и «Моторола» готовится к промышленному производству биочипов, придуманных российскими учеными. Американские варианты оказались в сотню раз дороже».

«Пройдет еще 5-10 лет, и мы сможем купить анализатор-приставку к компьютеру и набор биочипов в аптеке. Узнаем о своем здоровье почти все, – говорит ведущий научный сотрудник ИМБ Виктор Барский. – Дешевыми

анализаторами оснастят все поликлиники, травмопункты, отделения милиции – огромная экономия ресурсов…»

«Генное ружье»

«Генное ружье» – металлическая конструкция, сильно смахивающая на микроскоп. Этот прибор позволяет и животных, и человека «обстреливать» генами – частицами наследственной информации.

«Еще неизвестно, что оставит больший след в истории: автомат Калашникова или вот это ружье Колесникова, – говорит профессор Александр Зеленин, руководитель лаборатории Института молекулярной биологии РАН. – Наш сотрудник фактически в одиночку придумал и сделал то, над чем в США корпели целые коллективы.

Сначала эта идея использовалась для работы с трансгенными растениями. У растительных клеток очень толстые стенки, в них трудно ввести чужие гены привычными для биологов методами. Вот американцы и предложили применить энергию выстрела – это намного эффективнее и дешевле. Идей, как сделать такое ружье, было выдвинуто много, они публиковались и обсуждались. На какой конструкции остановились в реальности, до сих пор неизвестно – коммерческая тайна. Вскоре мы первыми в мире выяснили, что точно так же можно «обстреливать» клетки животных и людей».

«Кандидат биологических наук Виктор Колесников, – пишет в газете „Известия" Татьяна Батенева, – придумал конструкцию ружья, которая проще и остроумнее предложенных американцами. И вовремя. В последние три года в мире наблюдается настоящий бум работ с применением генного ружья, которое оказалось, в частности, просто незаменимым прибором для медицинских генетиков. У них сразу возник вопрос можно ли его использовать для генной терапии – одного из главных направлений медицины будущего. Оказалось, ружье можно применить для решения множества лечебных задач.

Белый кролик, недовольно дергая носом, сидит в специальном приспособлении, которое не дает ему двигаться. Его розовое ухо – под прицелом ружья. Негромкий щелчок – и в ухо влетает смесь из микроскопических частиц золота и вольфрама, на которые «подвешены» нужные гены. Своеобразной ракетой-носителем для смеси служит тончайший пыж из тефлона, который энергией взрыва гремучей ртути разгоняется в ружье до 500 метров в секунду. Затем пыж резко тормозится, а пылинки золота и вольфрама вместе с генами продолжают полет, пробивая до десяти слоев клеток… Пройдет какое-то время, и гены, встроившись в наследственный аппарат животного, запустят процесс выработки нужных белков».

«Метод можно использовать в разных целях, – убежден Зеленин. – Например, для лечения наследственных болезней, когда собственные гены

больного не обеспечивают выработку нужных организму веществ. Для введения „лечебных" генов в раковые клетки или в раны, чтобы они быстрее заживали. Эта идея, кстати, очень заинтересовала американских военных. Наконец, метод будет незаменим для безопасной и высокоэффективной вакцинации».

Как известно, любая вакцина – это белок. Вакцина, попадая в организм, вызывает естественный иммунный ответ – образование защитных антител. Таким образом, организм получает прививку от потенциальных болезней. Однако белок очень трудно очистить от примесей. Поэтому нередки случаи, когда после прививок возникают аллергические реакции. Другое дело выстрел золотой пулей. В организм сразу вводится необходимый ген. Он быстро запускает процесс производства антител естественным путем.

А не опасен ли такой способ вакцинации? «Однажды в ходе эксперимента я случайно подставил под ружье руку, – рассказывает Виктор Колесников. – Ощущение легкого ожога или ссадины. Но следов на коже не осталось».

Изобретатель продолжает совершенствовать конструкцию своего прибора. По прикидкам Колесникова, в серийном производстве российское «генное ружье» должно стоить в десять раз меньше, чем американское. Последнее «тянет» на 30000 долларов.

СООРУЖЕНИЯ

Плотины

Гидроэлектростанция (ГЭС) – это комплекс сложных гидротехнических сооружений и оборудования. Его назначение – преобразовывать энергию потока воды в электрическую энергию. Гидравлическая турбина – главный двигатель на ГЭС. С ее помощью энергия воды, движущейся под напором, превращается в механическую энергию вращения, которая затем, благодаря электрическому генератору, преобразуется в электрическую энергию.

Важнейшее гидротехническое сооружение – плотина. Строится она поперек реки от берега до берега и перекрывает русло реки, что препятствует свободному стоку ее вод. Перегородив реку, плотина с одной своей стороны удерживает воду на более высоком уровне, чем с другой, создавая перепад в уровнях и увеличивая тем самым ее энергию. Ведь энергия падающей воды намного больше, чем энергия спокойно текущей воды. Плотины строят для использования водной энергии и производства электроэнергии, для задержания паводковых вод (орошение полей), для водоснабжения крупных городов, улучшения судоходства по рекам. Плотины бывают глухие, ни при каких условиях не пропускающие воду с высокого уровня на нижний, и водосливные, допускающие перелив воды через гребень плотины.

Плотина, которая является частью гидроэлектростанции, – водосливная. В

ее теле – водопропускные отверстия, через которые вода с верхнего уровня сбрасывается в нижний. Падающая вода приводит во вращение гидравлические турбины – главные двигатели ГЭС, вырабатывающие электроэнергию.

Высота перепада (как говорят специалисты – напора), создаваемого плотиной, определяется требованиями энергетики, ведь энергия, вырабатываемая ГЭС, зависит не только от количества пропускаемой плотиной воды, но и от высоты, с которой она сбрасывается.

Высоту плотины определяет строительный материал, из которого ее сооружают. Плотины бывают земляные, каменные, каменно-земляные, бетонные и железобетонные.

Наиболее распространены среди средних и крупных плотин бетонные и железобетонные. По конструкции они подразделяются на массивные (гравитационные), арочные и гравитационно-арочные. Массивные плотины противостоят силе давления воды собственным весом. Арочные плотины строятся криволинейными, благодаря этому они передают нагрузку со стороны водохранилища на скалистые берега. Арочно-гравитационные плотины противостоят нагрузке и собственным весом, и упором на берега.

Самые древние плотины были обнаружены в Иерусалиме и у Джавы в Иордании. Эти земляные дамбы с каменной облицовкой построили еще в 3200 году до нашей эры.

Сегодня самые высокие плотины в мире находятся на территории бывшего СССР: высота плотины Ингурской ГЭС – 271,5 метров, Токтогульской ГЭС – 215 метров, Саяно-Шушенской ГЭС – 245 метров. Самая высокая в мире плотина Нурекской ГЭС – 310 метров.

Саяно-Шушенская плотина – самая мощная в мире. Она рассчитана на нагрузку 18 миллионов тонн от водохранилища.

Самая высокая плотина в Африке построена в 1971 году в Египте у города Асуан. Эта плотина (Садд-эль-Али) позволила установить контроль над ежегодным половодьем Нила. За счет строительства плотины стало возможным возделывать больше земли. Хотя тут же возникли другие проблемы. Так, например, изменился состав почвы вокруг дельты Нила за счет повышенного содержания соли в воде и перемены климата в этом регионе.

Асуан – город на восточном берегу Нила. Он расположен в 966 километрах к югу от Каира. Плотина находится в 13 километраж вверх по течению, к югу от Асуана. Примерно в шести километрах вниз по течению находится старая Асуанская плотина, которая была закончена в 1902 году. В те времена это была самая большая плотина мира, и арабы называли ее Эль-Садд.

Высота новой Асуанской плотины составила 111 метров, длина – 3,8 километра. В основании она по ширине равна 975 метрам и сужается к верхнему краю до 40 метров.

На строительство плотины пошло такое количество камней, песка, глины и бетона, что из этого материала можно было бы соорудить целых семнадцать

пирамид Хеопса.

Поверх плотины пустили четырехполосную дорогу. Канал на восточной стороне плотины приводит в движение турбины гидроэлектростанции. Образовавшийся гигантский водный резервуар получил имя президента Египта Насера. Это одно из самых больших искусственных озер мира. Оно занимает площадь 5244 квадратных километра и простирается на 510 километров к югу, через Нубию к Судану.

Плотину спроектировали в Германии, а построили с помощью Советского Союза. Сооружение ее стоило жизни 451 человеку. Из-за ее строительства потеряли жилище 60000 нубийцев и жителей Судана. Они вынуждены были переселиться в другие места. Воды искусственного озера поглотили многочисленные древние памятники. Лишь самые важные из них были спасены благодаря беспримерной акции ЮНЕСКО. Так, скальные храмы Абу-Симбела близ границы Египта и Судана были вырублены и перенесены в безопасное место.

Самая мощная в мире гидроэлектростанция находится в Южной Америке. 13 октября 1982 года в Бразилии было завершено сооружение плотины Итайпу, которая сумела обуздать бурные воды реки Парана, или, как ее еще называют, – «Матери моря». Впервые в мире на столь могучей реке удалось реализовать уникальную гидротехническую операцию. На дно реки опустили двенадцать огромных ворот, закрывающихся с помощью гидравлики. На всю операцию ушло ровно восемь минут. Затем в течение двух недель воды реки поднимались, остановленные гигантской бетонной стеной, до запланированной отметки 100 метров. С этой высоты начался сброс воды по специальному каналу, достигнув вскоре планового уровня – 60000 кубометров в час.

В настоящее время в Бразилии разработан грандиозный план сооружения на реке Паране и ее притоках целой системы гидроэлектростанций. Всего он насчитывает более тридцати проектов, из которых часть находится еще в стадии подготовки, а часть – уже в стадии строительства. Реализация плана позволит производить 25 миллионов киловатт электроэнергии, не считая того, что вырабатывает уже Итайпу. Генераторы энергоблока гидроэлектростанции самые мощные в мире, каждый из них производит 700000 киловатт. Общая мощность гидроэлектростанции оценивается в 12,6 миллиона киловатт.

Проект Итайпу зародился еще до нефтяного кризиса 1973 года. Последний лишь укрепил намерения бразильского правительства полнее использовать необъятные энергоресурсы страны. Эксплуатацию гидроэлектростанции ведет компания «Итайпу-Бинасионал», созданная в 1973 году. Она принадлежит Бразилии и Парагваю, странам, делящим между собой произведенную электроэнергию. Название «Итайпу» означает буквально «Поющий камень» и поэтически передает шум воды, перекатывающейся через каменистые пороги.

Стоимость электростанции – одиннадцать миллиардов долларов. На ее строительстве работало 28000 рабочих. Гигантская бетонная плотина, которая

в пять раз больше Асуанской, установлена в двадцати километрах к северу от города Фос-ду-Игуасу. Ее длина – почти 8 километров, высота – 196 метров, ширина – 400 метров. Для возведения этого грандиозного сооружения понадобилось отвести реку по двухкилометровому каналу шириной 150 метров, пробитому в скалах. После того как реку отвели, потребовалось время на высыхание русла, так что строительство плотины было начато только в 1979 году.

Преградив течение реки, плотина образовала искусственное озеро площадью 1340 квадратных километров. Перед затоплением этого района отсюда были вывезены все сколько-нибудь значительные археологические памятники – всего около трехсот. Уже после затопления в районе водохранилища была проведена реадаптация многих видов животных, обитавших здесь до затопления. Кроме того, по берегам искусственного озера было высажено 20 миллионов деревьев.

Судоходные каналы

В местах многих древних волоков проложены каналы – искусственные реки, которые намного сокращают длину водных путей, позволяя судам быстро переходить из одной реки в другую (например, Волго-Донской канал, соединивший Волгу с Доном). Обводные каналы позволяют кораблям миновать, обойти при помощи шлюзов плотины гидроэлектростанций.

Шлюз – это лифт для судов. Если река перегорожена плотиной, то уровень воды перед ней, в водохранилище, гораздо выше, чем в реке ниже по течению. Чтобы подняться до уровня водохранилища, судно, идущее с низовьев, заходит в шлюз – часть канала, отгороженную двумя водонепроницаемыми воротами – верхними и нижними. Как только судно вошло в шлюз, нижние ворота закрываются. Затем открываются верхние ворота. Начинается заполнение шлюза, и судно поднимается до необходимого уровня. Через открывшиеся верхние ворота судно выходит в водохранилище и продолжает путь. Спуск судов, идущих вниз по реке, осуществляется в обратном порядке.

С недавних пор вместо шлюзов на некоторых реках стали использовать судоподъемники. Судно попадает в камеру такого подъемника точно так же, как в шлюз, и вместе с камерой поднимается или опускается. А потом вся камера передвигается по рельсовым путям на другую сторону плотины, где судно выпускают в реку.

Самой большой морской шлюз «Берендрехт» находится в Бельгии. Он соединяет реку Шельду с доками Антверпена. Шлюз открыт в апреле 1989 года, длина его камеры – 500 метров, ширина – 68 метров, глубина на пороге шлюза – 13,5 метра, вес каждых из четырех раздвижных ворот (затворов) – 1500 тонн. Строительство шлюза обошлось примерно в 12 миллиардов

бельгийских франков. В Бельгии находится и шлюз с самым большим подъемом с одного уровня реки на другой – 68,58 метров. Это шлюзовой подъемник у Ронкьера на канале Шарлеруа, в Брюсселе. Два 236-колесных кессона грузоподъемностью 1370 тонн каждый по наклонной плоскости преодолевают расстояние в 1432 метра в течение 22 минут. Самые глубокий шлюз – «Запорожье» на Днепровско-Бугском канале, в Белоруссии. Он может поднимать и опускать баржи на высоту 39,2 метра.

Остатки самых древних каналов в мире были обнаружены недалеко от Мандали в Ираке. Они датированы археологами IV тысячелетием до нашей эры.

Сегодня самая длинная система каналов в мире – Волго-Балтийский водный путь (бывшая Мариинская водная система). Она построена в начале XIX века и соединяет Волгу с Балтийским морем, а через Беломорско-Балтийский канал – с Белым морем. В 1964 году после коренной реконструкции эта система стала доступна для судов водоизмещением 5 тысяч тонн. Длина пути – 1100 километров, а глубина – не менее четырех метров.

Самым оживленным является Кильский канал, соединяющий Северное и Балтийское моря в Западной Германии. В 1987 году по нему было пропущено 45000 судов. Второе место занимает Суэцкий канал – более 20000 судов в год; третье – Панамский канал – более 10000 судов в год. По грузоподъемности судов на первом месте стоит Суэцкий канал, по нему проходят суда общим водоизмещением почти 440 миллионов тонн.

Открытие Суэцкого канала состоялось в ноябре 1869 года. Впрочем, идея соединить Средиземное море с Красным была не нова. Уже в VI веке до нашей эры египетский царь Нехо лелеял подобный план. Но попытка осуществить его стоила жизни 120000 рабам. В итоге он отказался от намерения проложить этот водный путь. Около 500 года до нашей эры, после завоевания Египта персами, царь Дарий возобновил проект и засвидетельствовал в надписи на плите, что канал он завершил. Греческий историк Геродот в V веке до нашей эры сообщал, что этот канал соединял два моря не по прямой и, чтобы пройти его, кораблю требовалось четыре дня. Он был достаточно широк для того, чтобы две лодки с тремя веслами на каждой могли плыть рядом. Вероятно, канал Дария проходил восточнее Нила и, как и сегодняшний водный путь, пересекал озеро. При римлянах канал был усовершенствован, но потом снова обмелел. Последующие поколения не поднялись до деяний своих предков. Планы времен венецианского государства, Людовика XIV и Наполеона, так никогда и не осуществились.

Инженеры Наполеона заложили в проект многочисленные шлюзы, потому что, по их подсчетам, разница в уровне вод между Средиземным и Красным морями составляла 10 метров. Но и после того как выяснилось, что это неверно, потребовалось еще много времени для осуществления идеи.

Канал был спланирован французским дипломатом графом Фердинандом де Лессепсом. В 1854 году он с трудом добился согласия вице-президента

Мохаммеда Саида-паши (Египет в то время был частью Османской империи) и получил право приступить к строительным работам. Канал, начинаясь севернее Суэца, должен был по прямой линии пересечь озеро Тимсах и Горькие озера и достичь Средиземного моря. Де Лессепс сумел заручиться поддержкой вице-президента. Ему же удалось привлечь ряд французских акционеров, которые инвестировали средства в строительство Суэцкого канала. Удивительно, но британцы, больше других выигрывавшие от сокращения пути в Индию (канал сокращал расстояние между Лондоном и Бомбеем на 7343 километра), не купили ни одной акции. Более того, британское правительство сделало все, чтобы воспрепятствовать этому проекту. Оно осуждало его как физически невыполнимый, слишком дорогой и нерентабельный.

Строительство канала началось 25 апреля 1859 года. С этого дня и вплоть до состоявшейся через десять лет церемонии открытия работами руководил сам де Лессепс. Пришлось преодолеть множество трудностей. Вначале на строительстве работали каторжники. Позднее процесс был механизирован, а условия труда улучшены настолько, что стали привлекательными и для европейской рабочей силы. На строительстве канала работали 8213 человек и 368 верблюдов.

Длина готового канала была равна 161,9 километров от маяка в Порт-Саиде до Суэц-Роудс, глубина – 8 метрам, а ширина – 60 метрам. Через каждые 10 километров была вырыта запасная бухта. Сегодня ширина канала составляет 200 метров, и нет ни одного места, где глубина была бы менее 15 метров. По нему может пройти полностью загруженный нефтяной танкер двенадцатиметровой осадки.

Де Лессепс был прекрасным журналистом и менеджером. Он организовал пышную церемонию открытия. Для 6000 гостей были приглашены 500 поваров и 1000 лакеев. Знаменитому композитору Джузеппе Верди заказали оперу для торжественного открытия канала и нового итальянского театра в Каире. Так была создана «Аида».

С именем Фердинанда де Лессепса связано строительство другого известнейшего канала – Панамского. Увы, первая попытка вырыть этот канал окончилась неудачей. Де Лессепс учредил новую компанию. Та в 1881 году обязалась взять на себя этот труд и выкопать от океана до океана русло глубиной 9,1 метра и шириной 22 метра на уровне моря. Увы, трудности оказались непреодолимыми. Главной причиной неудачи стал не твердый скальный грунт, а повальные заболевания желтухой и малярией. Стройка превратилась в гибельную ловушку и пользовалась дурной славой. Есть данные о том, что там погибло около 20000 человек. Компания обанкротилась в 1889 году.

В 1904 году Панама и Америка подписали договор, согласно которому права на строительство канала перешли к последней. Учтя предыдущую попытку, в эту местность был направлен американский военный врач Уильям Кроуфорд

Горгас. В два года он справился с желтухой и взял под контроль малярию. В 1907 году строительство канала, теперь уже по другому плану, возобновилось. Руководил им полковник армии США Джордж У. Геталз.

15 августа 1914 года первый океанский пароход прошел по Панамскому каналу, связавшему Атлантический и Тихий океаны. Длина канала – 82,4 километра. Вопреки общему впечатлению, он не идет по прямой линии с востока на запад, потому что сама география Панамского перешейка направляет канал от Колона на Атлантическом океане к Панама-Сити на Тихом океане, на юго-восток.

На обоих концах водного пути были построены порты, а также множество других сооружений: волнорезы, плотины, шлюзы и искусственные озера. Да и большую часть железной дороги между Колоном и Панама-Сити пришлось тоже прокладывать заново.

В конце канала со стороны Атлантики суда отправляются к трем Гатунским шлюзам, где их поднимают на высоту 26 метров до искусственного озера Гатун. За этим озером на канале шириной 150 метров стоят уже другие шлюзы. Там суда опускаются сначала на 9,5, а потом на 16,5 метра до уровня моря и входят в тихоокеанский порт у Панамского залива. Оба входа в канал застрахованы гигантскими волнорезами.

Высота шлюзов – 305 метров, а ширина – 34 метра. Все шлюзы двусторонние, то есть корабли, пришедшие с противоположных сторон, могут плыть, не мешая друг другу. Толщина огромных стальных ворот этих шлюзов – 2,1 метра, а высота – до 25 метров. Маленькие дизели, двигаясь вдоль стен, медленно проводят судно через шлюз. Обычно на одно судно требуется шесть таких машин.

Транссибирская магистраль

Транссибирская магистраль, или, как именовали ее прежде, Великая Сибирская магистраль, самая длинная в мире железная дорога, связавшая Европу и Азию. Ее одноколейное полотно протянулось от Москвы до тихоокеанского порта Владивосток на расстояние более 9000 километров.

Необходимость железнодорожного строительства в Сибири сознавалась уже в середине XIX столетия. Становилось ясно, что при наметившемся росте грузопотока в ближайшее время потребуется надежный транспорт, который можно использовать круглогодично.

В декабре 1885 года была построена Екатеринбург-Тюменская дорога. То был первый рельсовый путь в Сибири. Дорога доказала свою рентабельность, и тогда российское правительство стало обсуждать вопрос о строительстве Транссибирской железнодорожной магистрали. Экономические предпосылки для подобного строительства к тому времени уже созрели.

Решено было начать изыскания кратчайшего рельсового пути в пределах

полосы между 51 и 56 градусами северной широты, где географические условия представлялись наиболее благоприятными не столько для строительства новой дороги, сколько для последующего освоения земель, главным образом сельскохозяйственных.

В 1886 году на всеподданнейшем отчете иркутского генерал-губернатора графа А.П. Игнатьева царь Александр III собственноручно написал: «Уже сколько отчетов генерал-губернаторов Сибири Я читал и должен с грустью и стыдом сознаться, что правительство до сих пор почти ничего не сделало для удовлетворения потребностей этого богатого, но запущенного края. А пора, давно пора».

Эта резолюция и решила судьбу Транссиба. Через некоторое время последовало повеление: «Необходимо приступить скорее к постройке этой дороги». Правительство понимало, что без железной дороги в стратегическом отношении Сибирь, и особенно Дальний Восток, очень уязвима, и в случае возможных конфликтов вряд ли удастся обеспечить оборону Владивостока и всего Южноуссурийского края. Поэтому министерство путей сообщения спешно приступило к железнодорожным изысканиям в Сибири. Для ускорения работ решено было начать строительство одновременно с двух концов – с запада и востока.

Грандиозное дело, сулившее России многие выгоды, нуждалось в «совершенно исключительном, нешаблонном осуществлении». И сегодня не может не поражать четкость и целостность плана, его общая законченность и гармоничность.

Министр финансов С.Ю. Витте, к примеру, предлагал для облегчения и удешевления доставки грузов, необходимых для новой дороги, провести соединительную железнодорожную линию между Челябинском и Екатеринбургом и таким образом связать строящуюся Сибирскую дорогу с центром черной металлургии Урала. Чтобы усилить экономическое и культурное влияние Сибирской дороги, Витте предложил к сооружаемой магистрали подвести вспомогательные пути, оборудовать на пересечении ее с реками подходящие порты, пристани, поселки, что способствовало бы переселению из Европы землепашцев.

Помимо чисто организационных решений план Витте подразделял все грандиозное строительство на несколько этапов. Это позволило эффективно строить финансовую политику: уже в период строительства Транссиба получать доход от дороги.

Первый этап – сооружение Западносибирского участка от Челябинска до Оби (1332 версты), затем Среднесибирский участок от Оби до Иркутска (1734) при одновременном строительстве Уссурийского участка на Дальнем Востоке. Второй этап предусматривал достройку участка от станции Мысовой на берегу озера Байкал до Сретенска (1032) и продолжение Уссурийской линии до Хабаровска. Наконец, третий этап – сооружение Кругобайкальской линии (312) и участка от Сретенска до Хабаровска (около 2000).

10 декабря 1892 году план Витте утвердил царь, и тогда же был организован Комитет Сибирской дороги. Если до его создания строительство велось эпизодически, в основном ограничиваясь небольшими объемами земляных работ, что во многом объяснялось скромными размерами отпущенных на них кредитов, то с появлением централизованного органа управления ситуация на трассе резко изменилась в лучшую сторону.

Западносибирская линия от Челябинска до пересечения с Обью начала строиться в 1892 году под начальством замечательного русского инженера К. Я. Михайловского, до этого построившего Самаро-Златоустовскую железную дорогу и Александровский мост через Волгу.

Чтобы не только компенсировать нехватку рабочих рук, но и иметь возможность маневра рабочей силой, Комитет Сибирской дороги решил приобрести за границей землекопные машины. Экскаваторы очень продвинули дело, а также заметно удешевили земляные работы.

Вообще, новейшие достижения науки и техники при строительстве Транссиба использовались достаточно широко. Вот один из примеров. Проходя через сухую Западно-Сибирскую равнину, строители испытывали неудобства с водообеспечением. Воду из многочисленных окрестных озер, люди потреблять не могли: горько-соленая на вкус, очень жесткая, она не подходила практически ни для каких нужд. Поэтому пришлось приобретать специальные приборы и химически очищать воду от примесей.

Уже с 15 октября 1895 года открылось временное движение по всей Западносибирской линии. 1332 версты за три с небольшим года! Правда, поначалу в Омске на железной дороге действовала переправа через Иртыш, а в марте 1896 года два берега великой сибирской реки связал мост, спроектированный инженером-мостостроителем профессором Н.А. Белелюбским. Этот мост, как и многие другие инженерные решения на Транссибе, вошел в классические учебники. Мост через Обь соорудили и открыли к 31 марта 1897 года.

Столь стремительных темпов строительства железных дорог мировая практика еще не знала. Оказалось, и они не предел. Утверждать так позволили результаты строительства следующей, Среднесибирской, линии от Оби до Иркутска.

Прокладывать Среднесибирскую линию было значительно сложнее с инженерной точки зрения: равнинный рельеф местности сменился на гористый. Работы на всем Среднесибирском участке начались в 1893 году и велись сразу из двух пунктов – от Оби на восток и от Енисея тоже на восток. Всюду на трассе резко возросли объемы земляных работ: примерно 2060 кубических сажен на версту. Но попадались и особо трудные горные участки, где на одну версту приходилось более 10000 и даже 21000 кубических сажен.

Именно здесь, в глухих таежных районах, строители впервые столкнулись с таким неизвестным инженерам природным явлением, как вечная мерзлота. Даже в жаркий июль земля не оттаивала, поэтому сразу же, по ходу,

приходилось искать новые решения.

Промышленные предприятия Европейской России четко выполняли заказы для Транссиба, где – преимущественно в пунктах пересечения магистрали с реками, на Оби, Томи, Чулыме, Енисее – специально были построены большие склады. Грузы хоть и доставлялись кружным путем, но бесперебойно.

Именно потребности Транссиба подтолкнули к освоению еще одного пути в Сибирь – морем, через Северный Ледовитый океан. Всего за период строительства Транссиба через Арктику пришло 27 судов с грузами для стройки. С тех пор начались сравнительно регулярные плавания на арктических трассах и в устьях сибирских рек.

Обратим внимание на один важный аспект – трассу всегда прокладывали только кратчайшим путем. В этом, кстати, проявился транзитный характер назначения Транссиба, дорога была нужна в первую очередь для связи Европейской России с Дальним Востоком и Тихим океаном. В стороне от дороги остался даже Тобольск – столица Сибири. Искривлять трассу было невыгодно для России в целом!

Строился Транссиб стремительно. 15 октября 1895 года дорога подошла к Новониколаевску – нынешнему Новосибирску, а уже 6 декабря того же года поезд прибыл в Красноярск, путь удлинился еще на 714 верст. А дальше трасса потянулась к Иркутску. Еще на тысячу с лишним верст по глухой таежной земле. Начальник работ на Среднесибирской линии инженер Меженинов намечал летом 1898 году подойти к Байкалу. И план свой выполнил!

От Иркутска трассу прямо на восток проложить не позволил Байкал. Магистраль могла пройти только вдоль южных берегов сибирского озера. Но неприступные скалы, свисавшие прямо над озером, чрезвычайно усложнили бы и замедлили строительство. Поэтому Комитет решил подвести рельсы прямо к берегам Байкала, а по озеру организовать временную переправу, что позволило бы, не снижая темпов, продолжить строительство Транссиба.

От берега до берега поездам предстояло плыть на ледокольных паромах, которые специально для этого были закуплены за границей. Выписанная из Петербурга бригада опытных рабочих-корабелов прямо под открытым небом собрала в 1900 году крупнейший в мире ледокол «Байкал». Паромы сослужили добрую службу. Благодаря им слишком тяжелый обходной путь по южному берегу Байкала отнесли к работам третьей очереди.

Работы на восточном берегу Байкала, от озера до города Сретенска, начались еще в 1895 году. Руководил строительством инженер Пушечников, много сил и энергии отдавал он Транссибу, надеясь довести магистраль до цели к назначенному времени – 1898 год.

Но природа распорядилась по-своему: лето 1897 года выдалось на редкость дождливым, дожди не прекращались сутками. Страшное наводнение обрушилось на Забайкалье. Подобной стихии не помнили и старожилы. Мощные водяные потоки совершенно смыли несколько селений, которые до

этого просуществовали сотни лет. Реки вышли из берегов. Конечно, серьезно пострадала и только что построенная дорога.

Лишь к 1900 году последствия наводнения были полностью устранены, и движение на новой трассе было открыто. Транссиб, таким образом, удлинился еще на 1032 версты.

В результате темпы прокладки Транссиба заметно снизились до 685 верст в год. Однако ни в одной другой стране мира, где природные и экономические условия несравнимо легче, в таком темпе железные дороги не строили. Транссиб проложили в полтора раза быстрее, чем дорогу в Америке.

Да, русская школа железнодорожных строителей не знала себе равных в мире. Сложнейшие инженерные проблемы решались в Сибири гениально просто.

Начав строительство магистрали с двух направлений, строители встретились в декабре 1899 года на 346-й версте от Мысовой, около ныне существующей станции Толбага.

По первоначальному плану Забайкальская линия не заканчивалась в Сретенске, открывавшем выход на реку Амур, а продолжалась дальше, до Хабаровска. Но неожиданно возникли финансовые трудности.

В 1895 году российское правительство вступило в переговоры с Китаем о концессии. Речь шла о строительстве и эксплуатации железной дороги, проходящей по территории Китая через Маньчжурию к Владивостоку. Так появился проект Восточной Китайской железной дороги.

Дорогу строили, по существу, дважды. Во время конфликта, вспыхнувшего между Россией и Китаем в 1900 году, китайские мятежники разрушили уже почти проложенную дорогу. Из 1300 верст рельсового пути три четверти китайцы растащили, уцелело лишь около 400 верст дороги. Поэтому и пришлось в 1900 году начинать все сначала.

В целом же Восточная Китайская дорога получилась достаточно сложным инженерным сооружением. На ней было 8 тоннелей, которые проходили через горные хребты, и несколько крупных мостов через горные бурные реки.

Ввод в действие Восточной Китайской железной дороги в основном решал проблему Транссиба. Россия получила гарантированный выход к Тихому океану. Но это не удовлетворяло правительство: «временность» линии через Маньчжурию не позволяла говорить о полном завершении намеченных работ.

«Белым пятном» на карте Транссиба оставался участок от Сретенска до Хабаровска, а также небольшое звено вокруг Байкала. К Хабаровску уже подходила железнодорожная линия из Владивостока – Уссурийская железная дорога, построенная в 1890 году.

В 1899 году началась прокладка Кругобайкальской линии – самой короткой на Транссибе и самой сложной. Было два варианта обхода Байкала – с севера и с юга. Причем северный вариант хоть и был значительно длиннее, но оказался намного дешевле южного.

И тем не менее, Комитет Сибирской дороги принял именно южный вариант.

Ведь, несмотря на значительные затраты, общеэкономическое значение построенной здесь дороги было бы намного выше, чем при реализации северного варианта, где территория отличалась более суровым климатом и не позволяла надеяться на быстрое ее заселение.

Надо было пройти 312 верст, но не простых, а прорубленных в скалах. Под руководством инженера Б.У. Савримовича в скалах строили тоннели, галереи и подпорные стенки. На одном лишь участке длиной в 13 верст было пробурено почти 750 верст скважин и израсходовано 240 тонн взрывчатых веществ! Самый длинный тоннель – 363 сажени. А всего было прорублено 39 тоннелей! Подобной дороги не было и нет не только в России, но и во всем мире.

Наконец, в 1904 году – на год раньше намеченного срока – и по Кругобайкальской линии пошли поезда. Открылась сплошная рельсовая дорога Петербург – Владивосток.

А чтобы Сибирская магистраль «вышла» в Западную Европу, чтобы приносила еще больший доход казне, ввели льготные тарифы на проезд от важнейших европейских городов до Владивостока, Цуриги и Шанхая. И иностранные пассажиры с той поры предпочитали дорогу через Сибирь кружному морскому пути. Поездка морем из Лондона в Шанхай продолжалась в то время 34-36 суток, а по Транссибу – только 15-16 суток. Да и стоила она почти вполовину дешевле.

Спрос на железнодорожные билеты рос с каждым днем, причем увеличивалось не только число пассажиров, но и грузооборот. Это заставило правительство энергичнее строить на Транссибе вторые пути: они должны были резко повысить пропускную способность дороги.

Вторая колея Сибирской железнодорожной магистрали создавалась не сразу, а поэтапно. И к 1916 году все работы полностью закончились. Их завершение как бы дало России еще несколько Транссибов: если по Забайкальской железной дороге в начале века перевозили около 20 миллионов пудов грузов в год, то после прокладки второго пути эта цифра возросла почти в десять раз.

Строительство Транссиба обошлось России на самом деле очень дешево. И все благодаря умелой организации строительства и эксплуатации дороги. Так, стоимость всех участков Сибирской магистрали (за исключением Восточной Китайской дороги, которая построена частным обществом) составила 384605000 рублей. Иначе говоря, при общей длине 5678 верст каждая отдельная верста Транссиба обошлась казне в 67737 рублей.

Пресса в те годы писала, что строительство Сибирской дороги занимает первое место всех грандиозных предприятий XX века. «Благодаря Сибирской дороге все порты России на Дальнем Востоке, находясь на торном, кратчайшем, кругосветном пути, будут призваны сыграть первенствующую роль в Тихом океане».

Мост Голден-Гейт

Во многих городах есть сооружения, ставшие их символами. Есть такой символ и у Сан-Франциско. Это изящный оранжево-красный мост, перекинутый через пролив Золотые Ворота, – до недавнего времени самый длинный висячий мост в мире. Сегодня Сан-Франциско один из самых крупных портовых городов. Его бухту можно сравнить с большой лагуной.

Скептики утверждали, что такой мост построить невозможно. Тем не менее 27 мая 1937 года движение по мосту Голден-Гейт открылось, соединив Сан-Франциско с округом Мэрин. Надо сказать, что у скептиков были основания не верить в благополучный исход. Строительство разворачивалось в невероятно трудных условиях. Часто происходили несчастные случаи с рабочими. Четыре года они боролись с наводнениями, быстрыми течениями и густым туманом, чтобы построить этот мост длиной 2730 метров.

Проект моста подготовил инженер Йозеф Штраус. Его консультантом являлся архитектор Ирвинг Морроу, который использовал в дизайне элементы стиля арт-деко. В течение двадцати лет мост славился самым большим в мире расстоянием между опорами – 1280 метров. Даже в сильный паводок они возвышались на 227 метров над водой. Самой трудной задачей стало строительство фундамента для южных свай моста. Рабочие при этом находились на баржах, которые все время качало на огромных волнах, особенно когда рабочие готовили железобетонные шахты, куда следовало завести сваи.

После того как рабочим, наконец, удалось укрепить опоры, им пришлось, балансируя на шатких лесенках, монтировать проволочные тросы диаметром 91 сантиметр, каждый из которых был скручен из 27572 проволочных канатиков. Согласно расчетам каждая из свай должна была выдерживать немыслимую по вертикали нагрузку в 95 миллионов килограммов на один трос, а блоки анкерного крепления с каждой стороны должны были выдерживать по 28,5 миллиона килограммов.

Изначально мост выкрасили оранжево-красной краской. Выбор этого цвета не случаен. Эти краски содержат свинцовый компонент, защищающий сталь от ржавчины. Но подобный цвет моста Голден-Гейт имеет и еще одно преимущество. Благодаря яркой раскраске он хорошо виден в тумане, который здесь бывает довольно часто.

Но возникла и новая проблема: в туманную погоду краска разлагается на элементы, вредные для окружающей среды. Это выяснилось значительно позже, и в настоящее время идет разработка безвредных соединений. Пока из экспериментов ничего не вышло, некоторые участки моста выкрасили серой краской. Но подобное отступление от традиции поддержки не нашло.

Несмотря на неудобства, которые мост доставляет жителям – постоянный шум, воздух над ним загрязняют 120500 проезжающих за день машин – пешеходная его дорожка остается очень популярной. Часто она служит

декорацией для разных фильмов.

В 1987 году праздновалось пятидесятилетие моста. По такому случаю движение по нему решили было перекрыть, чтобы все участники праздника могли по нему пройтись. Но вовремя выяснилось, что при большом скоплении народа это небезопасно, поэтому первоначальный план отменили «за невозможностью его осуществления».

Туннель под Ла-Маншем

Более двух веков назад родился первый, наивный по современным меркам, проект установления сухопутной связи между континентом и Британскими островами. В 1750 году Амьенский университет объявил конкурс на лучший проект соединения Франции с Англией. Проект инженера Н. Демаре был одобрен Людовиком XV, но дальше одобрения дело не пошло, да и не могло пойти с техникой того времени.

«В 1802 году подобный проект был предложен Наполеону, – пишет Ю. Фролов, – он предусматривал сооружение туннеля, пригодного для движения карет и освещенного газовыми фонарями. В 1803 году предлагали проложить по дну моря туннель из чугунных труб большого диаметра.

Наконец в 1880 году были сделаны первые практические шаги к воплощению давней мечты: 16 июля одна из крупных английских железнодорожных компаний купила участок земли у Дувра и начала после пробных бурений прокладку галереи диаметром 2,8 метра. Во Франции также заложили разведывательную галерею. Уже принц Уэльский устроил на дне первой шахты банкет в честь начала стройки века, уже суммарная длина пройденных с двух берегов участков достигла 1840 метров, когда в июле 1882 года английское министерство обороны потребовало прекращения всяких работ, расцененных им как подкоп под безопасность острова. И военные добились своего, хотя впоследствии за пересмотр этого решения боролись многие политики, в том числе еще мало кому известный тогда Уинстон Черчилль.

В 1954 году, уже будучи премьер-министром, он заявил, что Англия больше не имеет возражений против прочной связи с материком. Однако только в 1965 году в заброшенные шахты снова спустились рабочие. Через десять лет работы снова были прерваны: не хватило денег. К этому времени с французской стороны оказалось пройдено 1200 метров, с английской – 800».

Наконец, в апреле 1986 года специально созданная мощная англо-французская компания «Евротуннель» и ее партнер «Трансманш линк» – консорциум французских и английских строительных фирм – серьезно взялись за дело. Любопытно, что треть средств на строительство поступила из Японии, 13 процентов – из Германии, 18 процентов – из Франции, а из Англии – только 9.

Состоялся конкурс проектов. В проекте Путтена две приливные электростанции в виде дамб частично перегораживают пролив с обеих сторон, оставляя шестикилометровый фарватер. Поезда и автомобили движутся по дамбе, затем спускаются в тоннели и пересекают фарватер.

«Евромост» предложил соорудить в 70 метрах над водой глухую трубу, подвешенную к фермам на понтонах.

Проект «Евродорога» самый сложный: транспортные средства по девятикилометровому подвесному мосту достигает искусственного острова, по винтообразному скату съезжают в туннель длиной девятнадцать километров. Затем они попадают на второй искусственный остров и по следующему мосту прибывают на побережье. Посреди пролива – третий рукотворный остров.

В итоге был выбран вариант «Франция – Ла-Манш»: три туннеля – два транспортных и между ними служебный.

15 декабря 1987 года на английской стороне началась прокладка туннеля. С французской стороны бурение началось лишь 28 февраля 1988 года. Так как прежде у Сангата, в нескольких километрах от Кале, пришлось соорудить огромную цилиндрическую шахту диаметром 55 и глубиной 66 метров. Дело в том, что у берегов Франции слой голубого мела – довольно легкой для проходки и в то же время водонепроницаемой породы, в которой и запроектирована траектория туннеля, – уходит резко вглубь. Чтобы добраться до него и начать бурение, и понадобилась «яма» в Сангате. Из этой шахты три французские бурильные машины пошли на северо-запад, к Дувру, а другие две – в сторону деревушки Кокель, будущему французскому вокзалу. Одна из этих двух машин проделывала галерею обслуживания, другая, диаметром побольше, дойдя до того места, где железнодорожные пути должны выходить на поверхность и идти к вокзалу, повернула назад и прокопала второй транспортный туннель до «ямы».

В той же шахте у Сангата находились насосы для откачки плывуна, затруднившего работу у французского берега. Откачка шла по трубам диаметром в четверть метра и общей длиной тринадцать километров. Ил накапливался в специальном хранилище на берегу моря, в восьмистах метрах от шахты в Сангате.

В разгар работ в туннелях находилось одновременно до одиннадцати уникальных проходческих машин, созданных американской фирмой «Роббинс». Каждая из них была длиной 250—300 метров и имела собственное имя: Роберт, Бригитта, Катрин, Вирджиния… Экипаж машины – 40 человек. У французов смена продолжалась 8 часов, у англичан – 12. Машины, работавшие с французской стороны, где пришлось иметь дело с плывуном, были герметизированы, как подводные лодки. Они способны выдерживать давление воды до одиннадцати килограммов на квадратный сантиметр. Вольфрамовые резцы головной части вгрызались в породу, делая 2-3 оборота в минуту, и продвигались вперед за счет гидравлических поршней, закрепленных в основании на насадках, упиравшихся в грунт. «Зубы» из

карбида вольфрама позволяли «прогрызать» в зависимости от условий до 300 метров в неделю.

Общая длина всех трех подземных труб – более 150 километров, длина одного пути – 52,5 километра, из которых примерно 38 километров проходит под морем. Было вынуто 6,5 миллионов кубометров породы, размельченной вращающимися головками, если подобное уменьшительное название пригодно для диска диаметром 8,8 метра.

Чтобы машины и вместе с ними люди не заблудились в синем мелу, операторы корректировали маршрут с помощью компьютеров и видеомониторов. Лазерный луч, воспринимаемый светочувствительным прибором машины, подсказывал водителю направление. Перед проходкой спутниковые обсерватории помогли рассчитать траекторию…

Выработанные породы поступали на конвейер и направлялись к грузовому поезду. Всего извлекли почти 10 миллионов кубометров породы, что позволило англичанам сделать небольшой ее запас. А французы перемешали ее с водой, полученное полужидкое месиво выкачивали на берег и сваливали тут же неподалеку за дамбу высотой 53 метра.

Пробурив полтора метра, машина одевала стену железобетонными сегментами, изготавливаемыми на поверхности и подвозимыми к месту работы. Бетонное кольцо, состоящее из шести сегментов, весило до девяти тонн. Всего на тройной туннель пошло около ста тысяч таких колец, на каждом несмываемой краской нанесен номер. Стены имеют почти полутораметровую толщину. Для вящей прочности бетон укреплен гранитом, добытым в недрах Шотландских гор.

После окончания работ вывозить гигантские машины на поверхность оказалось слишком дорого, хотя стоимость каждой из них не менее ста миллионов франков. Демонтаж машин, бывших в употреблении и вряд ли пригодных для дальнейшей работы, чересчур сложен и трудоемок. Поэтому решили их оставить под землей, в коротких штреках, отворачивающих вбок или вниз от туннеля. Последние метры были пройдены традиционными методами – отбойным молотком.

В ходе работ в туннеле между «Евротуннелем» и «Трансманш линк» возникли разногласия. Стоимость строительства, первоначально оцененная в 5,23 миллиардов фунтов стерлингов, по прогнозу 1990 года, составляла уже 7 миллиардов. В конце концов туннель обошелся в 10 миллиардов фунтов стерлингов. Поползли слухи о близком банкротстве «Евротуннеля». Партнеры осыпали друг друга взаимными претензиями. Дружно начатые труды грозили завершиться столь же бесславно, как много раз до того…

Но тут в денежную баталию решительно вмешался Банк Англии. В 1993 году он призвал расшумевшихся партнеров к порядку, пригрозив третейским судом. Никому не захотелось портить отношения с финансистами. Работа вновь заспорилась. Открытие объекта намечали первоначально на май 1993-го, затем перенесли на август, потом на декабрь. Только 6 мая 1994 году

мечта многих поколений сбылась. Английская журналистка Кэти Ньюмен не могла скрыть радости: «Если туннель хоть немного прибавит нам взаимопонимания – что значат 13,5 миллиардов, долларов между друзьями?...»

Что же представляет собой это архитектурно-техническое чудо, называемое «проектом века», в строительстве которого участвовало 15000 рабочих?

Самое главное – это три параллельно идущих туннеля: два крайних – диаметром 7,6 метра – железнодорожные, средний – 4,8 метра в поперечнике – служебный. Расстояние между транспортными туннелями – 30 метров. Глубина залегания под морским дном – 40 метров. Общая протяженность трассы – 49,4 километра, из них под водой – 38. К примеру, ближайший родственник Ла-Маншского подземного пути – туннель Сейкан, соединяющий японские острова Хонсю и Хоккайдо, длиннее: его протяженность 54 километра, но лишь около 24 из них проходят под водой.

Под землей предусмотрены два разъезда со стрелками, чтобы поезд в случае необходимости мог перейти из одного туннеля в другой, не выходя на поверхность. Разъезды помещаются в подземных залах высотой 60 и шириной 20 метров каждый. Один из них расположен в 8 километрах от английского берега, другой – в 17 километрах от французского.

Через каждые 375 метров расположены поперечные коммуникации служебного и противопожарного назначения. Каждые 320 метров – воздуховоды для выравнивания давления, ведь мчащийся поезд оставляет за собой разреженный воздух.

Помимо рейсовых пассажирских и грузовых составов компании «Евростар», под проливом курсируют специальные поезда «Евротуннеля» – «Шаттл». Они предназначены для перевозки автотранспорта. Сквозные вагоны «Шаттла» – самые широкие в мире. Длина каждого состава 8800 метров: 12 двухъярусных вагонов – для легковых автомобилей, 12 одноярусных – для автобусов и грузовиков, плюс локомотив и два вагона со специальными скатами – погрузочный (задний) и разгрузочный (передний). Автомашины в порядке очередности (по габариту) заезжают в хвостовой и через весь поезд продвигаются – до его заполнения. Процедура продолжается около восьми минут.

Движения международных поездов фирмы «Евростар» круглосуточное и предусматривает высокие скорости. Дабы не нарушать эту гармонию, их локомотивы адаптированы к стандартам, принятым в Англии, Франции и Бельгии: напряжению электросети, сигнальным системам и электрооборудованию. В часы пик туннель пропускает до двадцати поездов в час в каждом направлении. Из единого центра в Фолкстоне осуществляется компьютерный контроль движения поездов, в том числе автоматическое регулирование скорости.

Особое внимание уделено безопасности. «Поезда, следующие в одном направлении, пространственно изолированы, – пишет в журнале „Техника – молодежи" А. Киреев, – что исключает риск лобового столкновения.

Приподнятые платформы, которые тянутся в каждом туннеле вдоль рельсового пути, защищают поезда от падения в случае схода с рельсов. Поперечные галереи снабжены противопожарными дверьми, выдерживающими температуру до 1000 градусов. Служебный туннель вентилируется слегка наддуваемым (1,1-1,2 атмосфер) воздухом, дабы при пожаре в железнодорожном туннеле дым не проникал в служебный. Чтобы отвести дым, есть мощные системы вспомогательной вентиляции. Каждый поезд имеет два локомотива – в голове и в хвосте: загоревшийся состав немедленно отправится к той конечной станции, которая ближе (ведь ясно, что огонь легче потушить на берегу). Если же неисправны оба моторных вагона, специально оборудованный дизельный локомотив прибудет на место происшествия и отбуксирует состав „на улицу".

Чтобы предотвратить чрезмерное разогревание воздуха мчащимися поездами, по водопроводной сети общей протяженностью 540 километров, состоящей из стальных труб диаметром около полуметра, постоянно циркулирует 84 тонны холодной воды. Сеть питается от двух заводов-рефрижераторов – один на французском берегу, другой на английском.

Ну и, конечно, за повседневной жизнью Ла-Маншского туннеля надзирают компьютеры, объединенные в три системы информационного контроля и связи… С террористами сложнее, но жесткий досмотр пассажиров и транспортных средств должен оказаться достаточно эффективным. Задачу облегчает то, что доступ в туннель возможен только через два входа на побережьях».

Башня Си-Эн Тауэр в Торонто

Многие века самым высоким сооружением в мире была пирамида Хеопса, первоначальная высота которой равнялась 146,59 метра. Это культовое сооружение примечательно как раз тем, что при строительстве пирамид египтяне не пользовались никакими приспособлениями и механизмами. На строительстве пирамиды Хеопса работало, по всей вероятности, сто тысяч человек, но всего лишь три месяца в году, в период разлива Нила. Постоянно на строительстве трудилось всего лишь около четырех тысяч человек.

Для строительства пирамиды Хеопса понадобилось два миллиона триста тысяч каменных блоков массой в 2,5 тонны каждый! Фундамент пирамиды Хеопса имел форму квадрата со сторонами 232,5х232,5 метра, угол наклона граней – 51 градус 52 минуты. Склоны пирамиды сориентированы по частям света, точность расчета вызывает удивление. Ошибка составляет лишь несколько минут!

О тщательности обработки гигантских каменных блоков свидетельствует точная их разметка перед установкой на место и тот факт, что по сей день толщина шва между камнями не превышает, как правило, 0,15 миллиметров.

Когда в июне 1886 года инженер Гюстав Эйфель представил чертежи своей башни в главный совет международной выставки, самым высоким сооружением в мире был Кельнский собор, который вместе со шпилем вытянулся на 156 метров. Эйфель же предлагал построить сооружение в два раза выше.

28 января 1887 года на левом берегу реки Сены напротив Йенского моста началось грандиозное строительство. Полтора года было затрачено на закладку фундамента, а на монтаж башни ушло всего чуть больше восьми месяцев. Два года и два месяца на все строительство – для тех времен срок поистине рекордный!

Множество задач Эйфель тогда решал впервые: исследовал свойства и напластования грунта, возможность использования сжатого воздуха и кессонов для устройства основания, создавал восьмисоттонные домкраты для регулирования положения башни, специальные монтажные краны для работы на высоте. Почти все его находки, все созданное им новое механическое оборудование были серьезным шагом в развитии техники.

Сборка каждого из трех этажей башни требовала своего решения. Три этажа – три усеченные квадратные пирамиды, поставленные одна на другую. По сути, это были четыре ноги, не связанные друг с другом по диагоналям и соединенные между собой на разных уровнях только поясами горизонтальных балок по сторонам квадрата. И если в основании эти ноги образовывали квадрат со стороной 123,4 метра, то на вершине поперечник был всего 16 метров. Это представляло труднейшую техническую задачу.

Первый этаж поднимался до уровня 58 метров, и его можно было собирать с использованием кранов и лебедок. Но непонятно было, что делать со сборкой второго этажа, верхняя платформа которого была на высоте 116 метров. Тут Эйфель изобрел особые краны для работы на высоте. Четыре крана, каждый массой двенадцать тонн грузоподъемностью в две тонны, были установлены на рабочих платформах с рельсами, и специальное устройство поднимало их вверх.

Последнюю, гигантскую 180-метровую пирамиду уже собирали рабочие, которые висели в люльках. Все расчеты Эйфеля были настолько точны, что в процессе сборки не потребовалось никаких изменений. На его заводе в Левалуа-Перре было изготовлено 12000 различной величины деталей, и ни одна из них не нуждалась в переделке при сборке. Безопасность работ была продумана до таких мельчайших подробностей, что за два года не было ни одного несчастного случая.

Кроме способа монтажа Эйфелю предстояло решить ряд чрезвычайно сложных технических проблем. Главное – необходимо было рассчитать прочность башни под ветровой нагрузкой. Эйфель решил эту задачу, придав боковым стойкам своей пирамиды такую кривизну, которая исключала даже самые небольшие колебания башни. В результате теперь даже во время сильных бурь отклонение башни от вертикали не превышает 15 сантиметров.

Чуть более чем за два года были смонтированы металлические детали общей массой 7 миллионов 300 тысяч тонн, из которых 450 тонн составляли только заклепки. Это был невиданный доселе проект, и то, что вся работа была завершена за каких-то восемь месяцев, можно приравнять к подвигу.

Побив все рекорды, Эйфелева башня с 1889 по 1931 год оставалась самой высокой постройкой в мире. С 1931 года это звание носил небоскреб Эмпайр-стейт-билдинг, а спустя сорок лет пальма первенства перешла к Останкинской телебашне в Москве высотой 537 метров. Но в 1975 году рекорд побила башня Си-Эн Тауэр.

Самая высокая постройка мира, Канадиен Нэшенл Тауэр, или, сокращенно, Си-Эн Тауэр, вместе со шпилем антенны достигает 553,5 метра. Строили ее сорок месяцев – с 12 февраля 1973 года по 2 апреля 1975 года. Идея заключалась в том, чтобы башня могла принимать и передавать сигналы, а при этом многочисленные небоскребы Торонто не создавали ей помех. Башня, кроме своего практического назначения, стала еще и местом развлечений, достопримечательностью для туристов, а главное – символом Торонто.

Группа экспертов еще до начала работы отправилась в дальнее путешествие, чтобы изучить различные башни. Опираясь на опыт предшественников, надо было добиться того, чтобы торонтская башня стала не только самой высокой, но и самой привлекательной для посетителей. И архитекторам и инженерам это удалось.

Они сконструировали стройную башню с круглой капсулой Скайпод на высоте 351 метр. Последняя оборудована внутри и снаружи смотровыми галереями, кроме того, здесь есть ночной клуб и ресторан. Ресторан, рассчитанный на 416 мест, вращается на высоте 347,5 метра. Для очень смелых на высоте 447 метров – еще одна видовая площадка, самая высокая в мире, которую называют Спэйс Дэк. Поднявшимся на площадке замечают, что башня слегка покачивается. Посетителям непременно объясняют, что так должно быть и бывает со всеми высокими зданиями мира: при турбулентном движении воздуха было бы значительно опаснее, если бы башня стояла неподвижно.

Об истории строительства подробно рассказывается на фотовыставке в Скайпод. Оно обошлось в 44 миллиона долларов. Самое высокое сооружение в мире должно было отвечать жестким требованиям к безопасности. К работе привлекли множество архитекторов, башня – результат многолетнего коллективного труда. На первом этапе было рассмотрено множество предложений, пока, наконец, не утвердили окончательный вариант.

Всего на этом грандиозном строительстве работали 1537 рабочих. Они выкопали котлован пятнадцатиметровой глубины, для чего им пришлось поднять наверх 63 тысячи тонн земли и сланцеватой глины. На строительство башни было израсходовано 40522 кубических метра бетона, 129 кубических метров предварительно напряженного железобетона и 5080 тонн стали. Общий вес сооружения составляет 132080 тонн.

Си-Эн Тауэр – внушительная и элегантная конструкция. Четыре пассажирских лифта башни поднимаются вверх со скоростью шесть метров в секунду. Они могут за час перевезти в одном направлении 1200 человек. Поездка до капсулы Скайпод длится почти минуту и чем-то напоминает взлет самолета. Строители, опасаясь, что скорость, высота и теснота при неблагоприятном стечении обстоятельств могут вызвать у людей панику, обратились за советом к психологам. Так что кабины, форма и вид которых создают ощущение безопасности – результат консультации с ними. При очень сильном ветре скорость движения кабин может уменьшаться. В каждом лифте имеется одна стеклянная стена, через которую открывается изумительный вид, вместе с тем она помогает пассажирам в кабине преодолеть неприятное ощущение замкнутого пространства.

Со смотровых галерей капсулы Скайпод в хорошую погоду открываются дальние виды. Башня, как уже говорилось, была задумана и как телевышка, и как достопримечательность специально для туристов. В среднем ее посещает 1,7 миллиона человек в год.

Си-Эн Тауэр видно за много миль. Она стоит на берегу озера Онтарио, доехать до нее можно на метро, на автобусе. И еще один интересный факт: молнии ударяют в верхушку башни двести раз в год.

Сейчас в Токио планируют построить Millennium Tower высотой 840 метров. Ну а честолюбивые китайцы уже готовы ответить им. В Гонконге планируется возвести Bionic Tower высотой в 1128 метров!

Шанхайский банк

По мере развития технологии грани между архитектурой и техникой стираются все больше и больше. В 1970-е годы в архитектуре появился стиль хай-тек, что в переводе с английского означает «высокая технология». Для хай-тека характерны выступающие элементы конструкций и инженерного оборудования зданий, придающие большую выразительность формам и пространству. Здание Шанхайского банка в Гонконге, построенное по проекту архитектора Нормана Фостера, являет собой высокий образец этого стиля.

Норман Фостер по праву считается лидером, если не живым классиком хай-тека. Родился Фостер в 1935 году в рабочей семье в пригороде Манчестера. Отслужил в армии летчиком. В 1967 году он основал свою фирму из трех человек.

Сегодня фирма Фостера процветает. В ней работают 500 постоянных архитекторов. И еще по 100 нанимаются на каждый новый объект. Фостера ценят за виртуозную художественную трактовку, многообразие возможностей техники, за постоянное стремление ее гуманизировать, дать человеческое измерение масштабу, превратить ее из пугающей отчужденной силы в источник радости и красоты.

Но и очевидны пристрастия Нормана к супертехнике. «Он испытывает просто какой-то детский восторг, обнаруживая новые конструктивные и экспрессивные возможности. Его находки всегда интересны, неожиданны. Он использует самые последние достижения в наиболее развитых областях техники». Сам Фостер говорит, что использование передовых технологий, не свойственных строительству, «всегда было главной заботой фирмы», и приводит в качестве примеров надувную оболочку для компьютерного производства, систему, принятую им во «Фред Олсен Терминал», суперскульптурные панели «Сайнсбери-сентр», сочетание конструкций и остекления в здании «Рено-сентр», перекрытия в гонконгском банке, где опробована технология самолетостроения. Создается впечатление, что самые сложные обстоятельства, финансовые ограничения, головоломные функциональные требования лишь воодушевляют Фостера.

Его имя стало известным благодаря супертехнологической архитектуре – после строительства производственного здания «Рилайенс Контролс» (1966) и ньюпортского конкурса на новый тип школы (1967). Сам мастер считает здание фабрики по производству компьютеров «Рилайенс Контролс» особо важным – как бы поворотным пунктом в своем творчестве. Публику и знатоков поразили элегантная сдержанность решения, изящество и гармоничность, виртуозное умение выявить эстетические возможности новых материалов и конструкций, прежде всего профилированного металла. Вместе с тем Фостер подчеркивает и иные грани: «Форма здания была осмыслена как социально более подходящая для чистой и быстро расширяющейся в XX веке индустрии электроники, чем обычные рабочие пространства и управленческие помещения с их подразумеваемыми смыслами „мы и они", „чистое и грязное", „шикарное и неряшливое", „заднее и переднее"… Где было возможно, элементы выполняли двойную или даже тройную функцию – например, металлические профили покрытия были также световыми рефлекторами для утопленных флюоресцентных трубок, равно как и структурными элементами в качестве жестких диафрагм».

Проект Фостера – «Сайнсбери-сентр» в Норвиче (1977) – совсем новый тип монументализма. В больших пространствах между артикулированными поясами ферм и более хрупкими раскосами размещены все коммуникации, рабочие помещения, но все это в общем-то выведено из поля зрения и как бы «обернуто» вокруг главного – гигантского экспозиционного помещения – даже не зала, а некой крытой площади свободного многоцелевого использования. С торцов огромное здание просматривается насквозь и как бы сливается с природой. С других точек зрения его лаконичный абрис противостоит ей. Огромные обрамленные фермами порталы торцов буквально распахнуты в природу. Они служат своего рода обрамлениями, кулисами прекрасных ландшафтных картин, и внешнее пространство как бы с гулом устремляется сквозь гигантское сооружение, сообщая его статике неожиданный динамизм.

Хотя в некоторых аспектах «Сайнсбери-сентр» – здание «низкой»

технологии, его по праву называют «храмом хай-тек». Но это уже хай-тек какого-то особого рода, более высокой ступени. Здесь практически ничего нет от холодного любования супертехникой. Алюминий, сталь, стекло, неопрен – новейшие материалы, как бы согретые особым, почти рукодельным к ним отношением, воскрешают в памяти ушедшие традиции ремесленной обработки поверхности, лепки деталей. Огромная «живая машина» покоряет своей особой красотой очеловеченной техники.

Даже принципиальные противники технологической образности подпадают под чары этого удивительного сооружения. Архитектурные достоинства «Сайнсбери-сентр» неоспоримы – эта новая по духу архитектура формально совершенна и рождает многообразные образные ассоциации.

Новым словом в хай-теке явилось строительство Шанхайского банка в Гонконге (1981—1985). Сорокатрехэтажный небоскреб поражает размерами (его высота 179 метров) и сложностью конструкции, представляет собой выдающееся достижение современной технической мысли. Здание, проект которого был заказан в период политической нестабильности, теперь стало символом Гонконга (ныне Сянган) как крупного мирового финансового центра. Шанхайский банк был возведен всего за четыре года.

В начале работы Фостер придерживался принципа «постепенной перестройки» – новое здание возводилось на базе функционирующего банка так называемыми вертикальными слоями. В основе конструкции – вертикальные опорные башни, несущие межэтажные перекрытия офисных ярусов и скрепленные между собой огромными стальными раскосными фермами. От принципа «постепенной перестройки» со временем пришлось отказаться, но благодаря оригинальной конструкции остается возможность гибкой перепланировки служебных помещений и других мелких и крупных переделок – целостная структура здания при этом не нарушается.

Строительные леса из бамбуковых шестов, скрепленных нейлоновыми веревками, были дешевой, легкой и гибкой конструкцией. Основные раскосные фермы, повторяющиеся через каждые 8 этажей, соединены крестовыми раскосами высотой в 2 этажа. Между противоположными раскосами образуется обширное пространство для вспомогательных помещений, таких как лифтовые площадки и ресторан. Из лифта, соединяющего главные холлы 8-этажных секций, посетители попадают к эскалаторам, а по ним – на нужный этаж.

Во время строительства подъемные краны укрепляли прямо на опорных башнях – так экономилось место на стройплощадке. В период тайфунов краны оснащали металлическими лопастями (флюгарками), благодаря которым краны свободно двигались, но не ломались. Каждая из восьми опорных башен состоит из четырех колонн. Они располагаются двумя рядами в западной и восточной частях здания. Каждая опорная башня покоится на четырех сваях фундамента. Сваи представляют собой выдолбленные в скальном основании шахтные стволы, заполненные бетоном. Башни собраны из трубчатых

стальных секций и обшиты бетонными и алюминиевыми панелями, предохраняющими их от огня при пожаре и от ржавчины.

Служебные башни, в которых размещены лифты и туалеты, сгруппированы. Эскалаторы, смонтированные по диагонали в соответствии с китайским учением фэн-шуй, вносят динамизм в интерьер главного холла и банковского зала.

Стеклянные панели с частой сеткой внутри покрыты полупрозрачной пленкой, защищающей внутренние помещения от прямых солнечных лучей.

Центральные подвесы, прикрепленные к фермам, поддерживают межэтажные перекрытия. При планировке каждого этажа соблюдены три принципа: перегородки офисов скрывают входы и проходы, обеспечен максимальный простор для служащих, сохраняется свобода и прозрачность внутреннего пространства.

Атриум прорезан на высоту двенадцати этажей. Свет проникает туда через сплошные окна фасадов. Кроме того, туда направляет дневной свет солнечный рефлектор из зеркал, помещенный на южном фасаде здания на уровне потолка атриума, через систему отражателей. Оттуда свет проникает дальше – в банковский зал и сервисный комплекс. Атриум играет важную роль в организации внутреннего пространства здания – он зрительно объединяет сгруппированные вокруг него помещения.

Система кондиционирования занимает совсем немного места, так как здание охлаждается морской водой, поступающей по подземным туннелям из бухты. Через них проходит 1250 литров воды в секунду.

Одна из последних работ Фостера – проект реконструкции рейхстага. Купол рейхстага – это огромный аттракцион. Сотни зеркал улавливают дневной свет и посылают его в зал заседаний парламента, поворачиваясь под разными углами в зависимости от времени суток и погоды. Как всегда здание оснащается самой современной техникой. Здания Фостера регулярно попадают в Книгу рекордов Гиннесса по какому-нибудь техническому показателю. С Фостером связано даже специальное понятие «умные здания» – когда дом превращается в сложнейшую машину, которая управляется серьезной компьютерной станцией.

Аэропорт Кансай

Элегантное здание аэровокзала, исполненное гармонии и света, – одно из самых впечатляющих достижений архитектуры XX века. Здесь были использованы новые материалы и последние достижения в области инженерно-гражданского строительства. По другому и быть не могло – ведь автором аэропорта был знаменитый мастер хай-тека Ренцо Пиано.

Работы Пиано всегда ориентированы на творческое решение как инженерно-технических, так и дизайнерских проблем урбанистической среды. В

продолжительном сотрудничестве с Ричардом Роджерсом над проектом Центра Помпиду Пиано усовершенствовал индустриальный стиль (или хай-тек) благодаря внедрению новейших технологий и методов автоматизации проектирования.

Центр современного искусства имени президента Франции Жоржа Помпиду построен в 1971—1977 годах в исторической части Парижа. Индустриальный стиль хай-тек разительно отличает здание от окружающих его старинных домов. Резкие возражения против строительства центра сменились признанием, за первый год его посетили шесть миллионов человек.

Молодые архитекторы Пиано и Роджерс, выигравшие международный конкурс, задумали здание как многофункциональный комплекс, приспособленный для быстрой перепланировки. Центр, рассчитанный на большой поток посетителей, тщательно продуман с точки зрения безопасности. Комплекс четко разделен на три зоны, большая подземная часть, основное наземное сооружение со стальным каркасом и окружающая здание площадь, которая превращена в выставочную площадку музея и место выступления молодых актеров, музыкантов и художников. В здании размещаются залы музея современного искусства, библиотека, кинотеатр и художественные мастерские. Центр Помпиду и его оживленная площадь сегодня воспринимаются как неотъемлемая часть культурной жизни Парижа.

Архитекторы, приняв во внимание стремительные изменения современной технологии, сочли нецелесообразным уводить под пол водопроводные и отопительные трубы, прятать в стены электропроводку и кондиционеры.

За это многие критиковали Центр Помпиду. Некоторые даже заявляли, что Центр вообще никакого отношения к архитектуре не имеет, уверяя, что это всего лишь сляпанное на скорую руку техническое сооружение. Но в том-то и парадокс, что Центр Помпиду по сути своей гораздо ближе духу классической архитектуры, чем иное современное здание, имитирующее тяжеловесный грегорианский стиль. Как греческий храм горделиво выставлял напоказ колонны, подпиравшие его крышу, точно так же и Центр Помпиду не стесняется показать металлический «костяк», на котором держится весь его корпус, и не скрывает необходимых элементов своего технического оснащения.

Новые грани своего таланта Пиано проявил при проектировании международного аэропорта Кансай. Строительство продлилось тридцать восемь месяцев, с 1991 по 1994 год. Работа была поделена между двумя строительными группами, включавшими от 4000 до 10000 рабочих. Группы двигались навстречу друг другу с северной и южной сторон к середине здания.

Аэровокзал похож на легкий планер, в плавном скольжении опустившийся на искусственный остров в японском заливе Осака. Вытянутая форма позволяет эффективно использовать площадь острова под взлетно-посадочную и рулежную полосы.

Изящно изогнутое здание имеет длину 1,7 километров. Аэровокзал Кансай и

Великая китайская стена – единственные рукотворные объекты, видимые из космоса. При постройке аэропорта потребовалось срыть три горы для получения необходимой массы грунта и возвести транспортный мост длиной в 5 километров. Современные технологии позволили создать сооружение, сохраняющее горизонтальный уровень, несмотря на прогнозируемое оседание почвы до одиннадцати метров. Благодаря оригинальному решению проекта аэровокзал Кансай гармонично вписывается в окружающий пейзаж.

Аэропорт на искусственном острове может расширяться и действует круглосуточно, без ограничений уровня шума. Эти преимущества оправдали высокую стоимость проекта и трудности, связанные со строительством в зоне тайфунов, в пяти километрах от берега.

Оседание грунта компенсируется гидравлическими домкратами, которые под управлением компьютера постоянно регулируют высоту всех девятисот несущих колонн.

Ярусная структура здания позволяет быстро сделать пересадку с международных рейсов на внутренние. Пассажиры прибывают с материка к аэровокзалу на поезде.

Форма здания симметрична и в то же время односторонне направлена. Она как бы воплощает движение, порыв, то есть саму атмосферу здания, так же гармонично, как форма фюзеляжа и крыльев самолета выражает динамику полета.

Напряженная линия крыши – основа дизайна всего проекта – издалека видна и с самолета, и с поезда. Крыша, напоминающая формой сегмент велосипедной шины, изогнута не только в поперечном, но и в продольном сечении – по всей длине в 1,7 километров. Ее трехсотметровая центральная часть перекрывает пролет в восемьдесят два метра на стальных трубчатых раскосах. Симметричные крылья, под которыми расположены залы ожидания, поддерживаются ребрами другого размера, но той же кривизны. Слабая кривизна крыши позволила сделать все девяносто тысяч панелей из нержавеющей стали одинакового размера и упростить соединения частей. Дождевая вода стекает по краям панелей в водонепроницаемый нижний слой. Таким образом, предотвращается загрязнение крыши, обеспечивается отражение тепла и сохранность внешнего вида. Между каркасом и покрытием предусмотрены гибкие соединения, которые компенсируют сейсмические и температурные колебания.

Низкая крыша не закрывает обзор с диспетчерской вышки, которая расположена со стороны привокзальной площади: отсюда видны хвосты самолетов.

Большая площадь остекления создает особую прозрачность, ощущение света и простора в противовес обычной вокзальной толчее.

Мост Сэто-Охаси

Стремительный экономический подъем послевоенной Японии отразился в целом ряде смелых технических проектов: железные дороги, тоннели и мосты. Так, в 1964 году Япония поразила мир открытием новой государственной железной дороги Синкансэн, соединяющей Токио и Осаку. Длина ее равнялась 515 километрам. Далее ее протянули на юг в сторону Хаката на Кюсю, а из Токио она идет теперь на север до Ниигаты и на северо-восток до Мориоки.

В марте 1988 года открылся железнодорожный туннель Сэйка между Хонсю и Хоккайдо. Его длина 54 километра, и он самый длинный в мире. 23 километра тоннеля проходят под морем на глубине ста метров. В этом же ряду стоит и супермост Сэто-Охаси.

Как известно, Япония располагается на четырех больших и огромном количестве малых островов. С 10 апреля 1988 года, когда состоялось открытие моста Сэто-Охаси, все четыре крупных острова связаны между собой. Теперь можно быстро добраться от северного, по-сибирски холодного Хоккайдо – через Хондо – к субтропически теплым гаваням Хонсю и к заполненным паломниками храмам Сикоку на юге.

Мост Сэто-Охаси – высочайшее достижение современного инженерного искусства – перекинут через Японское море от острова Хонсю до острова Сикоку Это один из самых прекрасных островных ландшафтов мира.

Мост, проезд по которому оплачивается, соединяет города Курасики на Хонсю и Сакайдэ на Сикоку, элегантно проходя через пять маленьких островов и преодолевая тем самым расстояние в двенадцать километров. Вообще-то правильнее было бы называть его мостами, потому что этот невероятный проект включает в себя именно несколько мостов, построенных по разным техническим принципам.

У самого длинного южного подвесного моста Бисан расстояние между опорами равно 1100 метрам, это пятый по длине мост в мире. Высота большей из двух свай – 194 метра. Значит, обе они существенно выше пирамиды Хеопса и составляют примерно две трети от высоты Эйфелевой башни. Говорят, будто бы стальные канаты, которые использовались при строительстве моста, были такой длины, что трижды могли бы опоясать земной шар.

Во время прилива мост все равно находится на высоте 65 метров над водой, а это позволяет танкерам и океанским судам беспрепятственно входить в Японское море.

Мост Сэто-Охаси – двойной, то есть по нему проходит и железная дорога, и автострада. Верхняя часть моста – четырехполосная магистраль, а нижняя предназначена для поездов, в том числе и для Синкансэн.

Строительство длилось 10 лет, а расходы составили около 8,7 миллиарда долларов. В кульминационный период строительства здесь трудились 5000 рабочих, а занятость их составила 67 миллионов рабочих часов. 17 человек погибли в результате несчастных случаев на стройке. Мост спроектирован таким образом, что выдержит землетрясение в 8,5 балла (по шкале Рихтера).

Японское море обычно спокойно, но, как известно, сама местность постоянно под угрозой землетрясения.

Мост этот действительно велик, но в последнее время ему пришлось отступить на второй план перед другим, еще более длинным. У моста Акаши-Кайке, построенного в 1997 году, расстояние между опорами 1991 метр. Он стал самым длинным подвесным мостом в мире.

Через мост Сэто-Охаси ведет платная автострада, на которой расположено 30 автобусных остановок. Здесь же проходит и железная дорога Хонси-Биса, там три новые станции: Кими, Каминохо и Кодзима.

Соединение главных островов Японии такой железнодорожной линией – исключительное достижение. На юго-западе между островами Кюсю и Хонсю поезда идут по тоннелям под водой (третий тоннель проложен специально для автомобилей).

Воздействие этих новшеств на Сикоку будет, наверное, очень заметным. Сикоку – самый маленький из четырех главных островов, к тому же и самый изолированный. Остров привлекал скорее паломников, чем туристов. На этом острове 88 храмов. Чтобы все их обойти пешком, нужно примерно два месяца. Все храмы связаны между собой именем буддийского святого Кобо-Аайси, который в 774 году родился на Сикоку, а в 806 году основал японскую секту Сингон. Теперь жизнь этого спокойного острова переменится за счет притока туристов.

Отель «Бурдж-эль-Араб»

Впервые увидев этот отель, даже самые искушенные туристы теряют дар речи от восторга. Богатейшие арабские шейхи со всего Востока съезжаются в Дубай с единственной целью поглазеть на это чудо. Открывшийся в начале декабря 1999 года новый корпус отеля, расположенный в ОАЭ, в районе Дубая, изначально задумывался как здание, которое должно поразить мир. Этот шикарный отель получил бы, без сомнения, статус 7-звездочного, будь в гостиничной системе подобная классификация.

Высота здания, построенного в виде паруса, составляет 321 метр, его подводная часть – 40 метров. Отель «Бурдж-эль-Араб» (в переводе «Арабская башня») выше Эйфелевой башни. Проект этого здания составлялся таким образом, чтобы новоиспеченный отель сразу был занесен в Книгу рекордов Гиннесса, как самый высокий в мире.

Рассказывают, что в 1994 году владелец этого чуда министр обороны Эмиратов шейх Мохаммад аль-Мактум надумал строить отель. Министр позвал архитектора, имя которого держится в тайне, и сказал ему: «Ты придумай такое, чего никогда не было и не может быть. О деньгах можешь не беспокоиться – сколько надо, столько и дадим». Архитектор оказался с фантазией. Он предложил шейху грандиозный проект: сначала на берегу

Персидского залива, в двадцати километрах от центра Дубая, возвести первый корпус высотой в сто метров в виде голубой волны, а затем прямо посреди морских волн поднять второй корпус высотой 321 метр в виде паруса – «Бурдж-эль-Араб». А еще на общей территории построить лучший на Востоке аквапарк, конгресс-холл, спорткомплекс, яхт-клуб, пляжи, сады и искусственную бухту.

Стоимость проекта оценивалась в несколько миллиардов долларов. Однако шейха это не испугало. Без долгих проволочек он утвердил смету. Уже в декабре 1997 года первая очередь под названием «Джумейра бич» была открыта для гостей. Те не могли не поразиться невиданным прежде темпам строительства, и необыкновенной архитектуре, и предложенному им комфорту. 26-этажная «волна» – это 600 комнат и апартаментов, оборудованных по классу «люкс». Во всем – изысканность и хороший вкус. Гости «Джумейры» ощущали себя пассажирами фантастического, сказочного корабля, которому не страшны никакие штормы.

Но это было только подготовкой к главной премьере. Все, что касается строительства «башни», было окружено глубокой тайной. Журналистам не давали никаких интервью. О сроках сдачи объекта говорили туманно.

Поскольку предполагалось, что в «Парусе» будут останавливаться члены королевских семей и богатейшие люди планеты, в нем все должно было быть самым-самым. В строительстве этого необычного здания из 28 сдвоенных этажей были использованы лучшие и самые дорогие материалы со всего мира. Только одного золота на отделку израсходовано около 100 тонн. Гранит привезли из Бразилии, а драгоценный мрамор – из Каррары (это тот самый мрамор, из которого Микеланджело создавал свои драгоценные шедевры). В многочисленных мозаиках использовано природное стекло, которое есть только на севере Италии.

В оформлении фасада впервые в истории строительства на вертикальных плоскостях здания была применена специальная технология покрытия стекла слоем тефлона. Им, реализуя идею паруса, обтянули одну стену отеля высотой в триста метров.

Чтобы создать наиболее впечатляющий пейзаж, приняли решение – здание-парус должно подниматься прямо из воды. Буквально за несколько дней далеко в море ушла специально отсыпанная дамба, а в ее окончании появился искусственный остров. Ему и предстояло стать фундаментом будущего монстра. Целый год ждали, пока насыпь в достаточной степени осядет на морском дне. Только потом начали строительство самого корпуса.

Ввысь взметнулись гигантские стальные конструкции каркаса, и все это стало напоминать скелет исполинского динозавра. Самолеты, заходившие на посадку в аэропорт Дубая с моря, кренились на правый борт, потому что изумленные пассажиры приникали к иллюминаторам: что это за чудовище возникло прямо из волн – его было видно за многие десятки километров.

Поскольку из-за формы здания (раздутого ветром паруса) его основание по

площади гораздо меньше, чем его средняя часть, требовалось произвести очень точные расчеты. Для этой цели пригласили японских специалистов. Но уже на заключительной стадии строительства оказалось, что отель, словно парус на ветру, стал сползать с насыпи. За год здание сместилось на целых 2 миллиметра.

Сразу полностью заменили команду архитекторов и строителей. В новую команду, наряду с японцами, были приглашены и немецкие специалисты. Чтобы здание немного наклонилось в противоположную от сползания сторону, его в определенных местах пришлось укреплять дополнительными утяжеляющими деталями. К концу 1999 года строительство «Арабской башни» было завершено.

«Парус» предназначен для очень богатых. Для тех, кому не жалко за неделю легко расстаться с полусотней тысяч долларов. Трансферт постояльцев из аэропорта в отель осуществляется исключительно на «Роллс-ройсах» и лимузинах. А если дорогой гость захочет прилететь на собственном вертолете, сбоку, в верхней части паруса, специально для таких случаев пристроена взлетно-посадочная площадка.

Всего в отеле 202 номера. Все они двухэтажные. Площадь покоев – от 170 до 780 квадратных метров. Номера разные – с одной спальней, гостиной и холлом, со спальней типа «люкс», с двумя и тремя спальнями, два президентских апартамента и два королевских. Их стоимость от 900 до 6800 долларов.

В каждом номере – компьютер с выходом на Интернет, факс, принтер, телевизоры с плазменными экранами, самые совершенные модели музыкальных центров, специальный пульт, с помощью которого, не вставая с постели, можно открывать и закрывать шторы, отворять двери, отслеживать, кто ходит мимо по коридору, отдавать распоряжения прислуге. И даже в ванной ждут чудеса техники. Стоит вам покинуть джакузи или ванну, как тут же на их стенки обрушиваются потоки специальной жидкости, и через три минуты они уже абсолютно стерильны и даже высушены. На потолке спальни огромные зеркала, которые придают особую пикантность ночлегу вдвоем.

Наиболее дорогостоящие номера имеют кинозал, в спальнях установлены вращающиеся кровати. Прихожая таких апартаментов по размеру больше спальни стандартного номера отеля.

Каждое утро в комнатах обновляют вазы с диковинными фруктами, а на журнальных столиках появляются коробки с шоколадом и сладостями. Постельное белье сделано из самого лучшего ирландского льна. Любой интерьер представляет собой самостоятельную художественную ценность. Эксклюзивно все, от дверных ручек до люстр и фонтанов. Краны в туалетах из 18-каратного белого золота. Настольные лампы стоимостью в десятки тысяч долларов. Ковры и картины могут украсить экспозицию любого мирового музея. Вместо стен в холлах огромные аквариумы, где представлен весь подводный мир Персидского залива.

Однако самыми необычными являются два королевских номера, расположенных в поднебесье. Там собраны предметы роскоши со всего света, а попасть сюда можно на отдельных частных лифтах.

Кстати, о лифтах. Прежде наиболее скоростными были подъемники на знаменитой телебашне в Торонто. Надо ли говорить о том, что теперь пальма первенства отдана «Арабской башне». За считанные секунды лифт вознесет на самый верх, а там можно пообедать в ресторане «Эль-Мунтана» с видом на залив, побережье и город Дубай.

Всего в суперсовременном отеле шесть разнообразных по стилям оформления ресторанов, которые расположены в разных частях здания.

На ужин лучше отправиться в ресторан «Эль-Махара». Добраться в этот ресторан можно только на специальной мини-подводной лодке. Он полностью погружен в воду и находится в отдельном строении. Прямо из центрального вестибюля надо спуститься на один этаж вниз, а затем зайти в подводную лодку. Путь от отеля до ресторана занимает ровно 3 минуты. Здесь за стеклянными стенами плавают диковинные рыбы.

Ну и, конечно, «Башня» содержит все традиционные атрибуты любого суперотеля, такие как фитнес-центр, бассейны, бани, бильярдные, конференц-залы и залы приемов, причем последние украшены мраморными колоннами, куполами из золота и хрустальными светильниками удивительной красоты.

Аквапарк тоже во всех отношениях уникален. Выдержанный в духе восточных легенд, он считается одним из крупнейших в мире. 24 водных горки так хитроумно соединены между собой, что можно не только спускаться вниз, но и подниматься вверх под давлением голубых струй. Длина всех спусков почти два километра, а температура воды всегда постоянна – 28 градусов по Цельсию. Высота самой большой горки – 32 метра, таких в мире только две. Говорят, что когда летишь с нее со скоростью 80 километров в час, то создается иллюзия невесомости.

КОСМОС

Ракета-носитель «Протон»

Ракета-носитель «Протон», относящаяся к тяжелому классу, разработана под руководством генерального конструктора академика В. Челомея. Начиная с 1965 года до наших дней она используется для запуска орбитальных пилотируемых и автоматических межпланетных станций, геостационарных спутников связи, других космических аппаратов.

С помощью ракеты-носителя «Протон» были запущены все орбитальные станции «Салют», «Мир», аппараты науки и межпланетные станции «Протон», «Зонд-4, – 8», «Луна-15… – 24», «Венера-9… – 16», «Вега-1, – 2», «Марс-2… – 7», связные спутники серии «Радуга», «Экран», «Горизонт», астрофизическая

станция «Астрон». Сегодня при ее помощи доставляются грузы на МКС. Ракета конструктивно выполнена по тандемной схеме с несущими топливными баками. В зависимости от назначения она может быть двух-, трех-, четырехступенчатой. Длина трехступенчатого «Протона» без полезного груза 44,3 метра, а максимальный поперечный размер 7,4 метра. На всех ступенях ракеты-носителя установлены мощные малогабаритные однокамерные жидкостные ракетные двигатели (ЖРД). В ней применяются высококипящие компоненты топлива: окислитель – четырехокись азота, горючее – несимметричный диметилгидразин.

Первая ступень ракеты-носителя «Протон» конструктивно выполнена в виде «пакета». Он состоит из центрального и присоединенных к нему шести боковых блоков. Боковые блоки оснащены однокамерными качающимися жидкостными ракетными двигателями РД-253. Они спроектированы в ГДЛ-ОКБ в 1961—1965 годах. Масса конструкции сухого ЖРД 1280 килограммов, залитого – 1460 килограммов. Удельная масса сухого двигателя составляет 6 килограммов на тонну тяги, высота – 2,72 метра, максимальный диаметр камеры сгорания – 1,5 метра. Другие характеристики двигателя: удельный импульс двигателя на земле равен 287 с, тяга – 150 тс, в пустоте – 316 с при тяге 167 тс (с начала 1980-х годов форсирована до 178 тс) и давлении в камере сгорания 160 кгс/см.

«В конструкции двигателя широко применяется сварка, – пишет в журнале „Авиация и космонавтика" Г. Максимов. – В частности, в его основных магистралях насчитывается всего 11 разъемов. Отсутствуют какие-либо системы вспомогательных рабочих тел. Запуск происходит на самотеке топлива. Операции включения и выключения обеспечивают девять пироклапанов простой конструкции. Агрегаты ЖРД от воздействия реактивной струи защищены теплозащитными экранами. Управление вектором тяги осуществляется поворотом двигателя в вертикальной плоскости.

На второй ступени установлены четыре ЖРД тягой по 60 тс каждый, на третьей – один. Эти двигатели разработаны в ОКБ С. Косберга. Третья ступень снабжена также рулевым ЖРД тягой около 3 тс для управления направлением ее полета.

До 1976 года для выведения космических аппаратов на геостационарную орбиту и межпланетные траектории использовался разгонный блок "Д", приспособленный для длительного пребывания в условиях космического пространства. Его длина – 5,5 метра, диаметр по стыку с ракетой-носителем – 4 метра, масса – 17,3 тонны. Разгонный блок оснащен ЖРД многократного запуска, работающим на кислороде и керосине. Тяга ЖРД – 8,5 тс, удельный импульс более 350 с, суммарное время работы – 600 с. Для управления на пассивных участках используются автономные двигательные установки, работающие на азотном тетраксиде и несимметричном диметилгидразине. Разгонный блок стыкуется с ракетой-носителем с помощью конического и цилиндрического переходников. Первый сбрасывается вместе с последней

ступенью, а второй отделяется от разгонного блока через некоторое время. С 1976 года вместо блока «Д» используется более совершенный – «ДМ»».

Суммарная полезная мощность двигательных установок ракеты «Протон» в три раза больше мощности двигательных установок ракеты «Восток» и составляет 44100000 кВт (60 миллионов лошадиных сил). В этих двигателях обеспечена высокая полнота сгорания, значительное давление в системе, равномерное и равновесное истечение продуктов сгорания из сопел.

От аэродинамических нагрузок и тепловых потоков «Протон» при выведении на орбиту защищен головным обтекателем. Обтекатель устанавливается на последнюю ступень ракеты-носителя и крепится к верхней части цилиндрического переходника. Для обслуживания «Протона» и проведения необходимых технологических операций при подготовке к старту в конструкции обтекателя предусмотрены люки. Надо отметить, что головной обтекатель для орбитальных станций на активном участке выведения защищает только внешние элементы переходного и части рабочего отсеков.

В середине 1960-х годов на Байконуре для подготовки и пусков ракеты-носителя «Протон» были созданы технический и стартовый комплексы.

Стартовый комплекс «Протона» мало похож на стартовый комплекс «Союза». Он состоит из двух стартовых позиций, разнесенных на 600 метров друг от друга. Стационарное подъемное устройство, смонтированное в стартовом сооружении, переводит ракету-носитель с космическим аппаратом в вертикальное положение. Ракета-носитель перед стартом не подвешена на опорных фермах, а стоит непосредственно на опорах стартового стола. Для предстартового обслуживания используются не отклоняемые перед стартом фермы, как у «Союза», а огромная башня, передвигающаяся по рельсам. Перед стартом она откатывается на значительное расстояние.

Процесс заправки ракеты-носителя компонентами топлива и сжатыми газами полностью автоматизирован, включая подвод и отвод наполнительных соединений.

Нет здесь и кабельных и кабель-заправочных мачт. Вместо этого под ракетой в центре пускового стола есть специальное стыковочное устройство, которое перед стартом надежно соединяет с ракетой более 5000 коммуникаций и электрических цепей.

Через доли секунды после начала движения ракеты устройство пневмоускорителями сбрасывается вниз и мгновенно прочно и плотно закрывается броневыми крышками. Эти крышки образуют рассекатель, который направляет мощный поток газов работающих двигателей в два отводящих газохода. Командный пункт управления находится в 1,5 километрах от стартового комплекса.

Разворот ракеты-носителя по азимуту осуществляется автономно на начальном участке полета в соответствии с заложенной на борту программой. Ракета-носитель «Протон» способна вывести на околоземную орбиту высотой 200 километров с наклонением 51,6 градусов полезный груз массой свыше

двадцати тонн. С дополнительной четвертой ступенью ее возможности возрастают. Она может доставить на геостационарную орбиту 2 тонны полезного груза, к Луне – 5,7 тонны, Венере – 5,3 тонны, Марсу – 4,6 тонны.

В апреле 2001 года в первый полет отправилась новая ракета – «Протон-М», являющаяся принципиальной модификацией заслуженного «Протона». Теперь на околоземную орбиту можно вывести 22 тонны, а на геостационарную орбиту 3-3,2 тонны.

Новая ракета оснащена разгонным блоком «Бриз-М», который заменит блок «ДМ», по вине которого не раз случались аварии на последней стадии. ГКНПЦ им. Хруничева решил для «Протона» изготовить свой блок. Ведущая роль в создании новой ракетной конфигурации принадлежит конструкторам Александру Медведеву и Олегу Давыдову.

Новая ракета отличается улучшенной экологией. Район падения ступеней сокращен в десятки раз. Кроме того, за счет выжигания остатков топлива баки падают на землю практически сухими.

«Протон», который стартовал 280 раз, считался самой надежной ракетой в мире. За последние пять лет по его вине было только две аварии. Теперь эту репутацию предстоит подтвердить его преемнику.

Космический корабль «Союз»

В 1960 году, на заре практического освоения космического пространства, в ОКБ под руководством Сергея Павловича Королёва были сформулированы предложения по созданию средств для орбитальной сборки. Подчеркивалось, в частности, что одна из важнейших задач – сближение и сборка космических аппаратов на орбитах искусственных спутников Земли. Отмечалось, что обслуживание постоянно действующих пилотируемых спутников (смена экипажа, доставка продовольствия, специального снаряжения и др.) связано с регулярными сближениями и стыковками на орбите, наработанный в этом деле опыт позволит в случае необходимости успешно осуществлять спасение экипажей пилотируемых спутников и космических кораблей.

Корабли «Восток» и «Восход» выполняли ограниченный круг научно-технических задач, главным образом экспериментально-исследовательских. Новые космические корабли серии «Союз» были предназначены для относительно длительных полетов, маневрирования, сближения и стыковки на околоземных орбитах.

10 марта 1962 года Королёв утверждает технический проспект, озаглавленный «Комплекс сборки космических аппаратов на орбите спутника Земли (тема „Союз“)». В этом документе впервые дается обоснование возможности использования модификации космического корабля «Восток-7» с космонавтом-«монтажником» на борту для отработки стыковки и сборки на орбите. Для этого корабль предполагалось снабдить системами сближения и

стыковки, а также маршевой ДУ многократного включения и системой микродвигателей причаливания и ориентации. «Восток-7» мог быть использован для сборки на орбите искусственного спутника Земли космической ракеты, состоящей из трех одинаковых ракетных блоков. С помощью такой космической ракеты предлагалось выполнить облет Луны специальным кораблем Л1 с экипажем из одного-трех человек.

Через некоторое время появился второй проспект, озаглавленный «Сборка космических аппаратов на орбите спутника Земли», утвержденный С.П. Королёвым 10 мая 1963 года. В нем тема «Союз» звучит уже четко и убедительно. Основной объект документа – комплекс, состоящий из последовательно выводимых и стыкующихся на орбите разгонных блоков кораблей-танкеров для его заправки и «Союз».

В проспекте ставились две основные задачи: отработать стыковку и сборку на орбите и облететь Луну пилотируемым аппаратом. По мнению Королёва, увязка решений по двум этим задачам обеспечивала приоритет СССР в освоении космоса.

В связи с разработкой варианта прямого облета Луны кораблем Л1 программа «Союз» была нацелена на отработку сближения и стыковки космического корабля с последующим переходом членов экипажа из корабля в корабль. Эскизный проект «Союза», подписанный в 1965 году, отражал уже новые тактико-технические требования к кораблю. Отработка «Союза» в беспилотной варианте была начата 28 ноября 1966 года запуском спутника «Космос-133». После неудачной попытки запуска беспилотного «Союза» в декабре 1966 года, окончившейся аварией ракеты-носителя и срабатыванием системы аварийного спасения на старте, 7 февраля 1967 года орбитальный полет с посадкой в Аральское море совершил второй беспилотный «Союз» («Космос-140»).

Первый пилотируемый полет на «Союзе-1» совершил 23-24 апреля 1967 года летчик-космонавт В.М. Комаров, однако из-за отказа парашютных систем при спуске полет окончился катастрофой.

Первая автоматическая стыковка была выполнена 30 сентября 1967 года беспилотными кораблями-спутниками «Космос-186 и -187» и повторена 15 апреля 1968 года кораблями-спутниками «Космос-212» и «Космос-213». После беспилотного полета корабля «Союз» (спутник «Космос-238»), запущенного 28 августа 1968 года, начались регулярные полеты «Союзов».

Фактически задача программы «Союз» – стыковка пилотируемых космических кораблей с переходом космонавтов через космос – была выполнена 16 января 1969 года в ходе полета кораблей «Союз-4 и -5» с космонавтами В.А. Шаталовым, Б.В. Волыновым, А.С. Елисеевым и Е.В. Хруновым. Оставшиеся корабли «Союз» были перенацелены на выполнение технологических экспериментов в групповом полете и длительном полете.

В октябре 1969 года по программе «Союз» состоялся групповой полет трех космических кораблей – «Союз-6», «Союз-7» и «Союз-8» с семью

космонавтами на борту. Уже сам факт запуска с одного космодрома с минимальными интервалами трех космических кораблей подряд представлял собой значительное техническое достижение. Большое значение имел полученный в этом эксперименте опыт управления групповым полетом. Слаженно действовала целая система, состоявшая из трех космических кораблей, наземного командно-измерительного комплекса, группы научно-исследовательских судов и спутника связи «Молния-1».

На борту «Союза-6» был проведен уникальный эксперимент – сварка в условиях космоса. Она производилась на специально сконструированной сварочной установке «Вулкан». Сварочный узел «Вулкана» был смонтирован в орбитальном отсеке, а пульт дистанционного управления находился в кабине корабля.

Орбитальный отсек был разгерметизирован, и сварка была выполнена тремя способами: сжатой дугой, электронным лучом и плавящимся электродом. В ходе эксперимента проводились сварка тонколистовой нержавеющей стали и титана, резка нержавеющей стали, титана и алюминия, обработка неметаллических материалов. Затем орбитальный отсек был вновь загерметизирован, космонавты демонтировали установку, перенесли образцы в спускаемый аппарат и впоследствии доставили их на Землю. Успешный эксперимент открыл перспективы для строительных и монтажных работ в космосе.

1 июня 1970 года стартовал новый «Союз» – девятый. Этот полет дал неоценимый материал для дальнейшего развития космонавтики. Особенно ценными были медико-биологические исследования влияния факторов длительного космического полета на организм человека.

Командир корабля А.Г. Николаев, совершивший свой второй космический рейс, и бортинженер В.И. Севастьянов установили тогда мировой рекорд длительности космического полета. Они работали на околоземной орбите 424 часа. Программа полета была насыщена многими экспериментами по автономной навигации в космосе, научными исследованиями околоземного космического пространства.

Корабль «Союз» имеет внушительные размеры. Его длина – около 8 метров, наибольший диаметр – около 3 метров, масса перед стартом составляет почти 7 тонн. Все отсеки корабля покрыты снаружи специальным теплоизолирующим «одеялом», защищающим конструкцию и оборудование от перегрева на Солнце и слишком сильного охлаждения в тени.

В корабле три отсека: орбитальный, приборно-агрегатный и спускаемый аппарат. Орбитальный отсек по форме представляет собой две полусферы, соединенные цилиндрической вставкой. На наружной поверхности орбитального отсека установлены большие и малые антенны радиосистем корабля, телекамеры и другое оборудование.

В орбитальном отсеке космонавты работают и отдыхают во время полета по орбите. Здесь размещаются научная аппаратура, спальные места экипажа,

различные бытовые устройства. На верхней полусфере отсека – шпангоут, на котором установлен стыковочный агрегат, и люк для перехода в корабль, с которым стыкуется «Союз».

Круглый люк соединяет орбитальный отсек со спускаемым аппаратом. «Спускаемый аппарат имеет сегментально-коническую форму, напоминает фару, – пишет в своей книге Л.А. Гильберг. – Такая форма при определенном расположении центра тяжести придает аппарату аэродинамическое качество – при полете в атмосфере возникает аэродинамическая подъемная сила, которая регулируется разворотом аппарата вокруг продольной оси. Это позволяет осуществить управляемый спуск – снизить перегрузки до 3-4 единиц и существенно повысить точность приземления.

На наружную поверхность спускаемого аппарата нанесено прочное теплозащитное покрытие; нижняя часть аппарата, которая рассекает воздух при спуске и сильнее всего подвержена аэродинамическому нагреву, закрыта особым теплозащитным экраном, который сбрасывается после раскрытия парашюта, чтобы облегчить кабину космонавтов перед приземлением. При этом открываются прикрытые экраном пороховые двигатели мягкой посадки, которые включаются перед самым соприкосновением с Землей и смягчают толчок при посадке.

Спускаемый аппарат имеет два иллюминатора с жаропрочными стеклами, люк, ведущий в орбитальный отсек. Снаружи находится оптический визир, который облегчает космонавтам ориентацию и позволяет наблюдать за другим кораблем при причаливании и стыковке. В нижней части по окружности спускаемого аппарата расположены шесть двигателей системы управления спуском, которые используются при возвращении корабля на Землю. Эти двигатели помогают удерживать спускаемый аппарат в положении, позволяющем использовать его аэродинамические качества.

В верхней части спускаемого аппарата находятся отсеки с основным и запасным парашютами».

Приборно-агрегатный отсек цилиндрической формы с небольшой конической «юбкой» пристыкован к спускаемому аппарату и предназначен для размещения большей части бортовой аппаратуры корабля и его двигательных установок.

Конструктивно отсек разделяется на три секции переходную, приборную и агрегатную. Приборная секция представляет собой герметический цилиндр. В нем находятся радиосвязная и радиотелеметрическая аппаратура, приборы системы ориентации и управления движением, некоторые агрегаты систем терморегулирования и электропитания. Две другие секции не загерметизированы.

В приборно-агрегатном отсеке размещена основная двигательная установка корабля, которая используется для маневрирования на орбите и торможения при спуске.

Она состоит из двух мощных жидкостных ракетных двигателей. Один из них

– основной, другой – резервный. С помощью этих двигателей корабль может перейти на другую орбиту, сблизиться с орбитальной станцией или отойти от нее, замедлить движение для перехода на траекторию спуска. После торможения на орбите отсеки корабля отделяются друг от друга. Орбитальный и приборно-агрегатный отсеки сгорают в атмосфере, а спускаемый аппарат приземляется в заданном районе посадки. Когда до Земли остается 9-10 километров, срабатывает парашютная система. Сначала раскрывается тормозной парашют, а затем – основной. На нем аппарат совершает плавный спуск. Непосредственно перед приземлением на высоте одного метра включаются двигатели мягкой посадки.

Система двигателей малой тяги состоит из 14 двигателей причаливания и ориентации и из 8 двигателей для точной ориентации. В приборно-агрегатном отсеке находятся также гидроагрегаты системы терморегулирования, баки с топливом, шаровые баллоны системы наддува исполнительных органов, аккумуляторы системы электропитания. Источником электроэнергии служат также солнечные батареи. Две панели этих батарей полезной площадью около 9 квадратных метров закреплены снаружи на приборно-агрегатном отсеке. На кромках батарей – бортовые огни красного, зеленого и белого цветов, которые помогают ориентироваться при причаливании и стыковке кораблей.

Снаружи установлен и ребристый радиатор-излучатель системы терморегулирования, который позволяет отвести в космос избыточное тепло корабля. На приборно-агрегатном отсеке много антенн – радиотелефонной связи корабля с Землей на коротких и ультракоротких волнах, радиотелеметрической системы, траекторных измерений – и датчиков системы ориентации и управления движением.

Опыт применения корабля «Союз» и станций «Салют» показал, что необходимо совершенствовать орбитальные комплексы не только для увеличения длительности работы станций, расширения программ и сферы исследований, но и для увеличения возможностей транспортного корабля, повышения безопасности экипажа, улучшения эксплуатационных характеристик.

Для решения этих задач на базе «Союза» был создан новый корабль – «Союз Т». Оригинальные конструкторские решения позволили увеличить численность экипажа до трех человек. Корабль оснастили новыми бортовыми системами, в том числе вычислительным комплексом, объединенной двигательной установкой, солнечными батареями, системой жизнеобеспечения для автономного полета.

Особое внимание конструкторы уделили высокой надежности и безопасности полета. Корабль позволял вести управление в автоматическом и ручном режимах, включая участок спуска, даже в такой тяжелой расчетной нештатной ситуации, как разгерметизация на орбите спускаемого аппарата. Длительность полета «Союза Т» в составе станции была доведена до 180 суток.

Все эти новые технические решения в полной мере оправдали себя во время полета космонавтов В. Джанибекова и В. Савиных к «Салюту-7», находившемуся в свободном дрейфе. После стыковки корабль своими ресурсами дал возможность экипажу провести восстановительный ремонт станции. Другим не менее ярким примером служит перелет космонавтов Л. Кизима и В. Соловьева со станции «Мир» на «Салют-7» и обратно с грузом массой до 400 килограммов.

Дальнейшее развитие космической программы с целью создания постоянно действующего орбитального комплекса потребовало усовершенствования корабля «Союз Т». Перед разработчиками стояла задача обеспечить совместимость корабля со станцией «Мир», повысить его энергетические возможности и усовершенствовать бортовые системы.

Как пишет И. Минюк в журнале «Авиация и космонавтика»: «Необходимость повышения энергетики космических транспортных средств обусловлена тем, что корабль „Союз Т" обеспечивал доставку экипажа из трех человек только на орбиту высотой порядка 300 километров. А ведь устойчивая орбита станции лежит выше 350 километров.

Выход был найден за счет снижения «сухой» массы корабля, применения для парашютных систем более легкого высокопрочного материала и новой двигательной установки системы аварийного спасения. Это позволило довести высоту стыковки трехместного корабля «Союз ТМ» со станцией «Мир» до 350—400 километров и увеличить массу доставляемого груза.

Одновременно шло совершенствование его бортовых систем, в том числе радиосвязи для переговоров экипажа с Землей, измерителей угловых скоростей, двигательной установки с секционированным хранением запасов топлива, а также теплозащитной одежды космонавтов. Необходимо отметить, что «Союз ТМ» в составе орбитального комплекса может резервировать некоторые функции станции. Так, он в состоянии проводить необходимую ее ориентацию и подъем орбиты, осуществлять электропитание, а его система терморегулирования способна сбросить избыток тепла, образовавшегося на орбитальном комплексе».

На базе «Союза» создан еще один космический аппарат, обеспечивающий функционирование долговременных орбитальных станций, – это «Прогресс». Так назван одноразовый автоматический грузовой транспортный космический корабль. Его масса после заправки и загрузки – немного более 7 тонн.

Автоматический грузовой космический корабль «Прогресс» предназначен для доставки на орбитальные станции «Салют» различных грузов и топлива для дозаправки двигательной установки станции.

Хотя он во многом напоминает «Союз», в его конструкции имеются и существенные отличия. Этот корабль тоже состоит из трех отсеков, но их назначение и, следовательно, конструкция иные. Грузовой корабль не должен возвращаться на Землю. Естественно, в его составе нет и спускаемого аппарата. После выполнения своей функции он отстыковывается от

орбитальной станции, соответствующим образом ориентируется, включается тормозной двигатель, аппарат входит в плотные слои атмосферы над расчетным районом Тихого океана и прекращает существование.

Вместо спускаемого аппарата имеется отсек для перевозки топлива – горючего и окислителя, а орбитальный отсек в «Прогрессе» превратился в грузовой. В нем на орбиту доставляют запасы пищи и воды, научную аппаратуру, сменные блоки различных систем орбитальной станции. Весь этот груз весит более двух тонн.

Приборно-агрегатный отсек «Прогресса» похож на аналогичный отсек корабля «Союз». Но и в нем есть некоторые различия. Ведь «Прогресс» – корабль автоматический, и поэтому здесь все системы и агрегаты работают только самостоятельно или по командам с Земли.

Пилотируемые грузовые корабли постоянно совершенствуются. С 1987 года космонавты доставляются на орбитальные станции и возвращаются на Землю на модифицированном корабле «Союз ТМ». Модифицирован и грузовой «Прогресс».

Космический корабль «Апполон-11»

Идея полета к Луне возникла как реакция на систематическое отставание американских специалистов от специалистов СССР на начальном этапе освоения космоса. Запуск в СССР первого в мире искусственного спутника Земли был расценен в США как «…уничтожающий удар по престижу Соединенных Штатов». Что касается полетов автоматических станций к Луне, то советские аппараты «Луна-1» и «Луна-2» и здесь оказались первыми. Попытка опередить Советский Союз в запуске в космос человека принесла новое разочарование – первым космонавтом стал советский гражданин Ю.А. Гагарин.

В мае 1961 года президент Джон Кеннеди поставил задачу высадить первых людей на Луне до конца десятилетия, несмотря на то что никто тогда не представлял себе, каким образом это сделать. То была акция политическая – амбициозный ответ Белого дома на первый полет человека в космос. Программа обошлась в 24 миллиарда долларов.

В ходе работ по программе «Аполлон» предстояло решить множество всевозможных научно-технических задач. Прежде всего необходимо было хорошо изучить радиационную и метеорную обстановку на трассе полета, а также особенности лунной поверхности. Для этой цели американские специалисты с 1958 года запускали аппараты «Пионер», уступившие в 1961 году место новым станциям «Рейнджер». Однако до 1964 года все запуски приносили разочарование, ни один аппарат до «Рейнджера-7» не выполнил полностью свои задачи. В мае 1966 года начались исследования с помощью аппарата «Сервейор», предназначавшегося для посадки на Луну. В августе

того же года был запущен первый аппарат серии «Лунар орбитер», сфотографировавший поверхность Луны с селеноцентрической орбиты для составления карт и выбора места посадки будущих экспедиций.

Под руководством известного немецкого специалиста в области ракетной техники Вернера фон Брауна были разработаны мощные ракеты-носители, способные вывести на околоземную орбиту более 100 тонн полезной нагрузки. Первый полет «Сатурна-1» состоялся 27 октября 1961 года. Сама ракета весила 512 тонн, а выводить в космос могла до 10 тонн. В 1966 году «Сатурн-1В» доставил на орбиту 18 тонн груза. Непосредственно для полета на Луну предназначалась трехступенчатая ракета-носитель «Сатурн-5». Первый запуск этой огромной, достигавшей в длину почти 111 метров, ракеты состоялся 9 ноября 1967 года. На орбиту высотой 185 километров «Сатурн-5» мог доставить 139 тонн полезного груза, а при выводе на траекторию полета к Луне – до 50 тонн. Масса кораблей «Аполлон» составляла от 42,8 до 56,8 тонн.

С марта 1965 года по ноябрь 1966 года на двухместном космическом аппарате «Джемини» совершили полеты десять экипажей, а с октября 1968 года начались космические эксперименты на корабле «Аполлон». Не все протекало гладко, были обычные для этапов экспериментальной отработки космической техники отказы аппаратуры и прочие неполадки. Астронавтам пришлось познакомиться и с космическим укачиванием. В той или иной форме воздействие невесомости почувствовали на себе примерно треть астронавтов. Они испытывали расстройство желудка, подташнивание, рвоту.

Каждый полет на «Аполлоне» был заметным шагом вперед по сравнению с предшествующим, в каждом полете был новый элемент, впервые отрабатываемый на орбите. С начала 1964 года на Луну успешно сели четыре зонда «Рейнджер», совершили мягкую посадку пять станций «Сервейор», а на ее орбиту были выведены три спутника «Орбитер».

Первый «Аполлон» с тремя космонавтами на борту должен был отправиться в экспериментальный полет вокруг Земли в начале 1967 года. А потом через год, как предсказывали оптимисты, к Луне мог бы отправиться первый экипаж.

Эти планы нарушила роковая пятница 27 января. Во время одной из последних предстартовых тренировок из-за пожара кабины «Аполлона» погиб весь экипаж. Расследование показало, что пожар, вероятнее всего, был вызван искрой в электропроводке корабля. Кислородная атмосфера и наличие целого ряда легковоспламеняющихся материалов в кабине способствовали быстрому распространению огня.

9 января 1969 года вновь избранный директор НАСА доктор Томас Пэйн представил экипаж, который должен был отправиться на Луну – Армстронга, Олдрина и Коллинза.

«Когда в январе был утвержден экипаж в нашем составе для полета на Луну на „Аполлоне-11“, цель казалась по-прежнему фантастической и недостижимой, – вспоминал впоследствии Армстронг. – Многие вопросы оставались еще без ответа. Существовали лишь неподтвержденные теории.

Лунный модуль ожидал пока своего первого практического экзамена, ученые продолжали решать некоторые загадки лунной поверхности. А пока не был получен ответ даже на такой вопрос: можно ли с Земли поддерживать радиосвязь с двумя космическими аппаратами одновременно? Я был почти уверен, что мы не сможем совершить посадку на Луне с „Аполлона-11"».

В начале марта в космос стартовал «Аполлон-9» со всем лунным снаряжением, прежде всего с лунным модулем. Космонавты Джеймс Мак-Дивитт, Дэвид Скотт и Расселл Швайкарт проделали под контролем Земли все операции, которые давали возможность их более счастливым коллегам в будущем прилуниться. Скотт и Швайкарт отдалялись в лунном модуле от основного корабля на расстояние 180 километров.

Во второй половине мая к Луне отправился «Аполлон-10». Томас Стаффорд, Юджин Кенан и Джон Янг имели сложную задачу – связать главные направления работы двух предыдущих экспедиций. Это им и в самом деле удалось. Стаффорд и Кенан приблизились в лунном модуле к поверхности Луны почти на 16 километров.

В январе Армстронг был почти абсолютно уверен, что «Аполлон-11» не сможет прилуниться. «Но после успешных полетов „Аполлона-9" и „Аполлона-10" я изменил мнение, – говорил позднее он. – Прилунение все более и более передвигалось в область реальных возможностей».

Заправленный 1300 тоннами топлива, «Аполлон-11» стартовал 16 июля 1969 года. На борту космического корабля «Аполлон-11» работал экипаж, все члены которого уже побывали в космосе.

Через несколько десятков минут после старта астронавты на минуту включили двигатель третьей ступени. Тем самым они вывели корабль с околоземной орбиты и направились к Луне.

Потом отсек командования и приборов, в конце которого в аэродинамическом контейнере помещался лунный модуль, отсоединился от третьей ступени ракеты. Пока еще у астронавтов не было возможности посетить лунный аппарат, поскольку его отделял сервисный модуль. Время, которым располагали конструкторы, не позволило выработать другого решения.

Основной блок «Аполлона» состоял из герметичной кабины экипажа, двигателей ориентации по тангажу, ориентации по крену, ориентации по рысканию и дополнительных. На его борту были баки с топливом для маршевого двигателя и бачки с жидким кислородом и водородом. Связь осуществлялась через остронаправленную антенну.

Коллинз маневрировал кораблем таким образом, чтобы отсек командира и лунный модуль развернулись лоб в лоб – иначе говоря, стыковочными узлами друг к другу. Оба объекта состыковались. Если бы эта операция по какой-либо причине не удалась, астронавты не смогли бы прилуниться – не оказалось бы спускаемого аппарата.

Полет прошел без каких-либо осложнений. Примерно через 76 часов после

запуска «Аполлон-11» стал спутником Луны. Один виток вокруг Луны «Аполлон-11» совершал ровно за 2 часа 8 минут 37 секунд. Из этого времени 49 минут корабль находился вне видимости с Земли и не имел связи с Хьюстоном. На втором витке космонавты передали телевизионный репортаж. Перед наступлением вечера они еще раз провели коррекцию орбиты – летели на высоте 99,3-121,3 километра со скоростью 1,6 километра в секунду. Наконец проверили все приборы командного отсека и лунного модуля.

Через 100 часов 15 минут после старта модуль «Игл» включает небольшие маневровые двигатели и отделяется от корабля. Оба они движутся по одной траектории. Модуль отплывает от корабля на расстояние четырех километров. Хьюстон дал двум космонавтам в лунном модуле разрешение на посадку. Над обратной стороной Луны должен был вновь включиться двигатель, а корабль выйти на орбиту снижения.

Включается зажигание двигателя лунной кабины. Теперь его отключат только после прилунения. Высота – почти 13 тысяч метров над поверхностью Луны. Экипаж и центр управления взаимно заверяют друг друга, что снижение проходит нормально.

«Игл»: «…А Земля лишь в переднем иллюминаторе. Хьюстон, посмотри на наш дельта Н! Аларм!»

Высота 7000 метров, скорость – 400 метров в секунду.

Хьюстон: «По нашему мнению, ведете себя отлично, „Игл"!»

Высота 4160 метров, скорость – 230 метров в секунду.

Через короткое время астронавты включат программу П-64. Лунный модуль который до сих пор летел «ногами вперед» по вытянутому эллипсу, медленно, но верно приближаясь к лунной поверхности, на восьмой минуте снижения зависает почти как вертолет.

Теперь Армстронг переключает управление с бортового компьютера на себя, снимая тем самым напряжение с ЭВМ для более важных программ.

Сначала предполагали прилуниться в Западном кратере. «Но чем ближе мы к нему спускались, тем яснее становилось, что место это не слишком приветливое. Везде были разбросаны валуны величиной по меньшей мере с „фольксваген". Нам казалось, что скалы летят на нас с огромной скоростью. Несомненно, было бы интересно совершить посадку среди этих камней – можно было бы взять пробы прямо из кратера. Ученых это, конечно бы, заинтересовало. Но, в конце концов, победил разум».

Прилунение на этом поле камней астронавты вряд ли бы пережили. С двадцатисекундной задержкой Армстронг выключает П-64 и включает П-66. Программу для полуавтоматической посадки П-65, по которой автоматы управляли бы снижением до последнего метра, применить нельзя. А полностью ручное управление по программе П-67 астронавты оставляют на крайний случай.

«Мы маялись горизонтально над разбросанными скалами и искали какое-нибудь место для посадки, – рассказывал несколько развязным тоном

командир корабля о драматических событиях над Луной. – Мы нашли их несколько и досконально осмотрели. Но садиться передумали, поскольку, чем дальше мы летели, тем больше приближались к месту которое нам нравилось».

Лунная кабина благополучно прилунилась в районе Моря Спокойствия 20 июля 1969 года в 20 часов 17 минут 41 секунду по Гринвичу.

На Луне астронавты работали в скафандрах. Системы жизнеобеспечения: баллоны со сжатым воздухом, поглотители углекислого газа и водяного пара, рассчитанные на 7 часов нормальной и 1,5 часа аварийной работы, находились за спиной, поэтому их называют ранцевыми.

В 2 часа 56 минут Армстронг ступил на поверхность Луны. «Это небольшой шаг для человека, но огромный скачок для человечества», – произнес он первую свою фразу на Луне. Он рассказал о своих впечатлениях, сделал несколько фотоснимков и стал собирать аварийный комплект образцов лунного грунта. Самочувствие его было в целом удовлетворительным. Все свои действия астронавт комментировал. Говорил лаконично, но нередко восторженно. Так, по поводу одного из лунных камней, понравившегося Олдрину, Армстронг сказал: «Он (камень) подобен лучшему десерту Соединенных Штатов».

В 109 часов 42 минуты по бортовому времени на Луну спустился и Олдрин. Оба астронавта вошли в поле зрения телевизионной камеры, направленной на лунную кабину. Армстронг счистил с поверхности кабины серебряную фольгу, под которой оказалась пластинка с надписью: «Здесь люди с планеты Земля впервые ступили на Луну, июль 1969 н э. Мы пришли с миром от всего человечества». На пластинке стояли подписи всех членов экипажа «Аполлона-11» и президента США Р. Никсона.

Астронавты установили на поверхности Луны флаг США, прибор для изучения солнечного ветра и опробовали различные способы передвижения: обычный, прыжками (отталкиваясь одной ногой) и бег «кенгуру» (прыжком, отталкиваясь двумя ногами).

Наземный оператор пригласил их войти в кадр телекамеры. К ним с краткой речью обратился президент Никсон, находившийся в Овальном кабинете Белого дома. После разговора с президентом астронавты собрали основной комплект лунных пород, установили на поверхности сейсмограф, лазерный отражатель и стали готовиться к возвращению в кабину. Вне кабины Армстронг провел 2 часа 30 минут, Олдрин – на 20 минут меньше.

В 124 часа 22 минуты по бортовому времени взлетная ступень лунной кабины успешно стартовала с Луны. Возвращение «Аполлона-11» на Землю прошло без особых осложнений, и 24 июля 1969 года его отсек экипажа приводнился в двадцати километрах от встречавшего его авианосца «Хорнет». Так закончился этот исторический полет.

Пока Америка чествовала своих героев, на космодроме готовился к старту новый корабль – «Аполлон-12». Запуск состоялся 14 ноября 1969 года и едва не стал роковым для астронавтов. В этот день над космодромом повисли

тяжелые грозовые тучи, и при полете через них ракеты возник атмосферный электрический разряд, вызвавший неполадки на борту. Через 16 секунд вновь возник разряд, астронавты увидели в кабине яркую вспышку, после которой на пульте загорелось множество аварийных сигналов. Это был очень напряженный момент полета. К счастью, все обошлось, и дальнейший полет не вызвал новых осложнений.

Наибольшие испытания выпали на долю экипажа «Аполлона-13», стартовавшего 11 апреля 1970 года. На его борту находились Дж. Ловелл (командир), Дж. Суиджерт и Ф. Хейс. 14 апреля, когда корабль был на расстоянии 330 тысяч километров от Земли, астронавты услышали слабый звук взрыва, донесшийся из двигательного отсека. Через несколько минут оказалась поврежденной одна из батарей топливных элементов, еще через 20 минут за ней последовала и вторая. Оставшаяся третья батарея не могла обеспечить корабль электроэнергией. Фактически отсек экипажа вышел из строя, и, случись это при возвращении с Луны, экипаж неминуемо бы погиб. В сложившихся же обстоятельствах астронавтам оставалось надеяться на энергоресурсы лунной кабины.

Экипаж начал бороться за жизнь. «Аполлон» в соответствии с законами механики продолжал лететь к Луне. Необходимо было осуществить коррекцию его траектории. Поскольку предназначенный для этого маршевый двигатель включать было опасно – он мог оказаться поврежденным взрывом, – оставалось надеяться на двигатель посадочной ступени, рассчитанный всего на одно длительное включение. Но астронавтам пришлось включать его три раза!

15 апреля в 5 часов 30 минут обстановка в лунной кабине стала угрожающей – содержание углекислого газа повысилось до уровня, опасного для жизни астронавтов. Патроны поглотителя не были рассчитаны на столь длительную работу и не справлялись с очисткой воздуха для трех членов экипажа. Астронавты отсоединили от своих скафандров два шланга, один из которых они протянули от вентилятора в лунной кабине ко входу поглотителя в отсеке экипажа, а второй – от выхода поглотителя в лунную кабину. Для крепления шлангов к поглотителю в ход пошли пластмассовые мешочки для пищи и липкая лента. Содержание углекислого газа стало быстро уменьшаться и вскоре достигло приемлемой величины.

В 23 часа 10 минут появился сигнал о перегреве одной из химических батарей. Анализ, проведенный на Земле, показал, что тревога оказалась ложной – батарея работает нормально, из строя вышел лишь датчик, измерявший ее температуру. Истекающий из двигательного отсека газ закручивал корабль и затруднял связь с Землей. Руководство НАСА привлекло к работе радиотелескоп, расположенный в Австралии. 16 апреля повысилось давление в одном из баллонов с гелием. В результате сработал предохранительный клапан, и выходящий газ стал быстро закручивать корабль. Запасов гелия, правда, хватало, чтобы обеспечить запуск двигателя

для коррекции.

Недостаток энергетики на борту привел к деформации теплового режима. Вскоре после аварии температура в кабине упала до 11 градусов Цельсия.

Полет «Аполлона-13», несмотря на все трудности, окончился благополучно. На Землю спустились исхудавшие, измученные борьбой за выживание, больные люди.

После этого полета на Луну стартовало еще четыре экспедиции Эти полеты прошли во всех отношениях удачно, серьезных осложнений больше не возникало. В некоторых экспедициях астронавты по Луне передвигались с помощью «Ровера» – колесного транспортного средства, работающего от аккумуляторов.

Доставленный астронавтами на Землю лунный грунт позволил ученым расширить свои знания о Луне. Подтвердилось предположение, что она стерильна и на ней нет жизни. Была опровергнута гипотеза, что Луна повторяет облик Земли. Оказалось, что Луна формировалась самостоятельно, хотя ее возраст совпадает с возрастом Земли. Всего на луноходе астронавты проехали по Луне около 30 километров и доставили на Землю примерно 500 килограммов лунных пород.

Луноход-1

В НПО им. С.А. Лавочкина, что в подмосковных Химках, в конце ушедшего тысячелетия торжественно отметили тридцатилетие первого советского лунного самоходного аппарата – «Луноход-1». И только тогда впервые здесь рассказали, что советская программа из нескольких луноходов была лишь малой частью затеваемого обширного строительства лунной полувоенной базы Советского Союза. Хотя в те дни даже в документах с грифами «секретно» ее называли сугубо мирной.

Одним из немногих журналистов «Правды» и «Комсомолки», которым ЦК КПСС позволил писать на ракетно-космическую тематику, был Владимир Губарев. Вот что он рассказывал:

«Ее экипаж должен был состоять из 12 человек. В Крыму, под Евпаторией, соорудили „лунодром" – полигон, имитировавший пересеченную местность Моря Дождей, на котором испытывали ходовые качества лунного трактора. Причем не только в автоматическом режиме. Никогда не забуду, как лихо управлял им, сидя верхом, космонавт Валерий Быковский. Отрабатывались поездки по Луне.

Из тех, кто готовился стать «лунными трактористами», удалось установить лишь несколько фамилий. Вот они, называемые впервые, овеянные несостоявшейся славой, – Алексей Леонов, Петр Колодин, Владимир Аксенов, Олег Макаров.

Рядом, едва ли не в прямой видимости с лунодромом, в крымскую землю был

вкопан военный корабль, с которого сняли напалубные орудийные башни. Вместо них на поворотные механизмы поставили гигантские параболические антенны – так они могли, медленно вращаясь, следить за прохождением по небосводу советской и супостатской космической техники. Трюмы напичкали всевозможной электроникой, а в каютах вместо моряков поселились инженеры наземного комплекса управления. Там же во время командировок жил экипаж «Лунохода-1».

Мало кто знает еще один любопытный факт из космической гонки. В то время как американцы, отыгрываясь за наш первый искусственный спутник и Гагарина, вышли на финишную прямую подготовки полета человека на Луну, в СССР уже был готов план лунной деревни. Было сделано четыре экземпляра «Лунохода-1». И все они предназначались для работы в ней – можете представить себе масштабы?»

На том же юбилейном собрании выяснилось, что носитель класса «Протон» с первым «Луноходом-1» стартовал 19 февраля 1969 года, но взорвался на пятьдесят второй секунде полета. Таким образом, Нил Армстронг стал первым на Луне. Это случилось в июле того же года. И только в ноябре состоялся успешный полет второго экземпляра советского «Лунохода-1».

Он был доставлен на Луну космическим аппаратом «Луна-17» и проработал на ее поверхности почти год – с 17 ноября 1970 года по 4 октября 1971 года.

«Если говорить точнее, то наш лунный робот, управляемый радиокомандами с Земли, „крутил колесами" по лунной пыли в Море Дождей 301 сутки 6 часов 37 минут, прекратив исследования ближайшего к нам небесного тела в силу выработки ресурсов изотопного источника теплоты, – рассказывал ведущий конструктор „Лунохода-1" Ю. Дэльвин. – Представьте себе: на Луне аппарат был окружен космическим вакуумом, его „жалили" жесткие космические излучения, то есть радиация была такая же, как внутри атомного реактора, если не хуже. Да еще перепад температур: на освещенном Солнцем борту „трактора" плюс 150 по Цельсию, а на противоположном – минус 130! И при всем этом внутри герметичного корпуса для нормального функционирования научного оборудования за счет циркулирующего газа, подогреваемого все тем же изотопным источником, поддерживались „комнатная" температура, влажность и давление».

Масса первого лунохода составляла 756 килограммов, длина – 4,42 метра, ширина – 2,15 метра, высота – 1,92 метра. Корпус был сделан из магниевых сплавов. Невысокие, хрупкие с виду колеса несли на себе большой тяжелый контейнер с приборами. Но ведь на Луне все весит в шесть раз меньше, чем на Земле.

«Луноход-1» и последовавший за ним «Луноход-2» мало напоминали современные виды транспорта. Корпус, похожий на тележку, спицы в колесах… Зато каждое колесо вращалось собственным электродвигателем, каждое имело собственный тормоз. Так удалось добиться высокой маневренности аппаратов.

Электродвигатель использовали по той простой причине, что только для него на Луне есть «горючее». Его в неограниченных количествах поставляет Солнце. Солнечная батарея была укреплена на крышке приборного отсека. В систему энергопитания лунохода входили также химические буферные батареи.

Луноходы не только двигались вперед и назад, но и поворачивались, обходя глубокие кратеры и недоступные скалы. Как только угол наклона тележки превышал допустимый, аппараты автоматически останавливались.

«Глазами» луноходам служили телевизионные камеры. Все увиденное они передавали своему экипажу. И хотя командир, штурман и водитель лунохода находились на Земле, они отлично управляли им по радио. Конечно, это было нелегко. Ведь за время, которое радиосигнал шел к Луне и ответ автомата доходил до Земли, передвижная лаборатория успевала проехать несколько метров. Вести свою машину строго по намеченному маршруту экипажу помогали звезды, Солнце и Земля, хорошо различимые на вечно безоблачном лунном небе. Их экипаж видел тоже «глазами» лунохода.

Экспедиция лунохода не зря называлась научной. Более чем в 500 точках изучались физико-механические свойства грунта, а в 25 точках был сделан его химический анализ. Луноход измерял магнитное поле различных участков лунной поверхности. Он был оснащен и астрофизическими приборами.

Луноход детально обследовал 80000 квадратных метров лунной поверхности. ТВ-системы передали более 200 панорам и 20000 снимков поверхности. Пройденное расстояние – 10 километров 540 метров. Все вместе – это достижение даже по современным меркам.

На самоходной лаборатории был установлен специальный светоотражатель. По времени путешествия посланного с Земли лазерного луча до лунохода и обратно точно определяли расстояние, разделяющее нашу планету и ее естественный спутник.

Колесным транспортом пользовались на Луне и американские астронавты. Они уезжали на своих луноходах далеко от мест посадки лунных кабин. Машины не только сберегали силы первых лунопроходцев, но и существенно расширяли возможности научных исследований на поверхности Луны.

Луноходы стали первым инопланетным транспортом. Принципы их конструирования, большой опыт эксплуатации, несомненно, будут использованы впоследствии при изучении планет Солнечной системы.

Луноход был рассчитан на три месяца работы в экстремальных условиях открытого космоса. А функционировал раза в три дольше. Некоторые уфологи утверждают, что ему «помогли» представители внеземных цивилизаций, поддерживающих землян.

Говорили также, что в архивах лежат секретные панорамы Луны, зафиксировавшие некие искусственные строения, базы инопланетян и их средства передвижения – светящиеся плазменные шары разного диаметра…

«Про инопланетян – бред, – утверждает технический руководитель проекта

Р. Мэнн. – Факт долговременной работы аппарата показывает тогдашний уровень надежности и технологического развития космической техники. Никаких секретных видеозаписей и фотоснимков с инопланетянами или с загадочными шарами-плазмоидами луноходы не делали. Их в природе не существует».

Однако мелкие секреты были. Откуда-то из кремлевских верхов поступил социальный заказ выписать по лунной пыли надпись «8 марта» и цифру «24», означающую верность решениям очередного, XXIV съезда КПСС.

Руководителю проекта «Луноход-1» Георгию Бабакину за эту работу присвоили звание Героя Социалистического Труда, и он стал членом-корреспондентом Академии наук. Весь коллектив участников проекта наградили орденами, все получили денежные премии.

После страшной аварии с ракетой-носителем Н-1 от проекта лунного поселения пришлось отказаться. В январе 1973 года в Море Ясности пять дней работал «Луноход-2», прошедший по Селене 37 километров. Два остова «лунных тракторов» да затейливые следы их траков – все, что осталось от грандиозной затеи лунной базы Советского Союза.

Лунодром под Евпаторией сохранился до сегодняшнего дня. Сделав свое дело, «Луноход-1» остался на Луне. Третий экземпляр занимает почетное место в музее НПО им. С.А. Лавочкина. Четвертый поначалу разместили в павильоне «Космос» на ВДНХ СССР, а затем, подменив макетом в натуральную величину, продали в один из космических музеев США.

Автоматические межпланетные станции «Вояджер»

В конце 1960-х годов американское Национальное управление по аэронавтике и исследованию космического пространства (НАСА) решило провести эксперимент «Большой тур», идея которого состояла в следующем.

Обычно космический аппарат может достичь одной планеты. Но иногда, раз в несколько десятилетий, планеты Солнечной системы как бы выстраиваются друг за другом, и траекторию полета удается провести сразу мимо нескольких. Подобная ситуация должна была сложиться в конце 1970-х – начале 1980-х годов, и американцы задались целью осмотреть за один полет все планеты, начиная с Марса. Для этого они решили использовать так называемый гравитационный маневр, когда космический аппарат догоняет планету и та «подтягивает» его, ускоряя и поворачивая. Но на «Большой тур» не хватило средств, пришлось ограничиться планетами-гигантами. Программа «Вояджер» за пять лет разработки и двенадцать лет оперативной работы потребовала девятьсот миллионов долларов.

В августе-сентябре 1977 году стартовали две автоматические межпланетные станции «Вояджер» массой 798 килограммов каждая. Устроены они одинаково.

Наиболее заметная часть «Вояджеров» – чашка остронаправленной антенны

диаметром 3,66 метра, с помощью которой обеспечивается связь с Землей. На тыльной стороне антенны находится герметичный отсек для служебных приборов, имеющий форму десятигранной призмы. В нем размещены радиосистемы, аппаратура управления с бортовой электронно-вычислительной машиной, рулевые двигатели, преобразователи электропитания; на трех гранях отсека смонтированы радиаторы системы терморегулирования.

Электроэнергией станцию снабжают три радиоизотопных генератора, смонтированные на одной из трех штанг. Мощность генераторов в начале полета достигала 431 Вт.

Научные приборы находятся на двух других штангах. На одной из них установлено четыре магнитометра, на другой, на поворотной платформе, – две телекамеры с теле– и широкоугольным объективами, спектрометры ультрафиолетового и инфракрасного диапазонов, детекторы космического излучения, заряженных частиц и многое другое.

Станции когда-нибудь выйдут за пределы Солнечной системы и могут быть обнаружены внеземными цивилизациями. Поэтому на аппаратах установили контейнер с записью обращения Курта Вальдхайма, в то время Генерального секретаря ООН, приветствий на 60 языках, звуков и шумов Земли общей продолжительностью 110 минут и 115 изображений.

«Вояджер-1» стартовал 5 сентября 1977 года. С 10 декабря того же года по 8 сентября следующего он шел через пояс астероидов и 5 марта 1979 года сблизился с Юпитером, 12 ноября 1980 года – с Сатурном.

«Вояджер-2» был запущен раньше – 20 августа 1974 года, но по другой, более «медленной» траектории. Юпитера он достиг 9 июля 1979 года, а 26 августа 1981 года «Вояджер-2» вслед за своим предшественником пронесся на расстоянии 101 тысяча километров от Сатурна. Приборы станции позволили прояснить характер некоторых явлений, впервые обнаруженных «Вояджером-1» и «Пионером-11». Так, разрешение на снимках колец Сатурна удалось довести до 10 километров (вместо 70 километров при первой встрече), и выявились тончайшие структуры, из которых сотканы кольца. В день максимального сближения «Вояджер-2» сфотографировал Узловатое и Эксцентричное кольцо «Ф». Снимки с разрешением в считанные километры выявили 4 компонента, составляющие кольцо. Можно было различить пряди, переплетенные в разных местах, а в других – вытягивающиеся параллельно. Через определенные промежутки в несколько тысяч километров обнаружены сгущения и узлы.

«Вояджер-2» дал дополнительную информацию и о спутниках Сатурна. Станция прошла Титан, Рею и Тефию. В районе орбит Реи и Дионы он открыл плазменный тороид, раскаленный до самой высокой температуры, наблюдавшейся где-либо в Солнечной системе. Плазма оказалась в триста раз горячее, чем солнечная корона, и в два раза горячее, чем окружение Юпитера.

Успешно встретившись с Сатурном, станции выполнили «программу-

минимум» проекта «Вояджер». Первый аппарат после пролета Сатурна «взвился» над плоскостью эклиптики, и ему больше не суждено было встретить на своем пути планет. Зато «Вояджер-2» полем тяготения Сатурна был отклонен на траекторию, позволяющую достичь Урана и Нептуна. «Активисты» программы готовы были преодолеть все финансовые и технические проблемы ради осуществления идеи проекта «Большой Тур». Официально «бросок» к Урану был одобрен НАСА в январе 1981 года.

В декабре 1985 года возникли трудности с навигацией, заставившие заново вычислить массу надвигавшегося на станцию Урана, чтобы расчетная траектория стала вновь совпадать с реальной.

30 декабря станция обнаружила неизвестный ранее спутник Урана, находящийся между орбитой Миранды и внешней границей колец. До момента максимального сближения с Уралом было открыто 10 новых спутников. Их диаметры составляли 40-80 километров, за исключением первого, 160-километрового спутника.

14 января 1986 года, когда «Вояджер» находился на расстоянии 12,9 миллионов километров от цели, в течение четырех часов была сделана серия снимков диска Урана, на которых впервые в истории исследований планеты были замечены детали атмосферы – серповидное облако блестело вблизи лимба планеты.

17 января камера с длиннофокусным объективом с расстояния 9,1 миллионов километров показала гигантскую планету, которая выглядела зелено-голубым шаром.

Пройдя Уран, станция благополучно «вырулила» на траекторию полета к Нептуну, и теперь мало кто сомневался в предстоящем успехе. Оценивая состояние станции, специалисты вносили коррективы в детали предстоящего рандеву. В первый числах декабря 1986 года НАСА объявило, что трасса «Вояджер» будет проложена дальше, чем предполагалось, от Нептуна и соответственно от его спутника Тритона. Опасность радиационных поясов, осколков неизвестных размеров, составляющих кольца, магнитных полей и другие подобные неприятности заставили отодвинуть предполагаемую точку пролета Нептуна на расстояние 29200 километров, а Тритона – на 40000 километров. С этой целью на 13 марта 1987 года была назначена коррекция траектории.

В течение 1987 года на «Вояджере» в очередной раз было заменено программное обеспечение бортовых компьютеров с расчетом на еще более пониженную освещенность и продленное время экспозиции при фотографировании. Специальные меры были приняты для повышения стабильности поворотной платформы с научными приборами. Решено было еще замедлить движение платформы для предотвращения смазывания изображений. Как и перед встречей с Ураном, опробование нового режима работы прошло на «Вояджере-1».

Диаметр главных антенн станции дальней космической связи НАСА был

увеличен с 64 до 70 метров. В свою очередь, в единый комплекс со станциями слежения НАСА были объединены антенны Национального научного фонда США, австралийские и японские радиотелескопы.

С января 1989 год, находясь на расстоянии 310 миллионов километров от цели, «Вояджер-2» начал съемку Нептуна. В отличие от безликого диска Урана на снимках Нептуна с разрешением всего около шести тысяч километров уже были различимы облачные образования. 3 апреля 1989 года камеры станции выявили структуру в атмосфере Нептуна такой же формы и относительных размеров, как и Большое Красное Пятно Юпитера. Проведя повторный анализ снимков, ученые убедились, что признаки этого атмосферного явления присутствуют на фотографиях как минимум с 23 января 1989 года. Впоследствии оно получило наименование Большого Темного Пятна.

5 июня, одновременно с началом калибровки аппаратуры, «Вояджер» приступил к специальному сеансу съемки, в ходе которого изображение диска планеты передавалось через каждую пятую часть оборота вокруг ее оси. В середине июня на Землю были переданы фотографии, на которых был выявлен первый неизвестный спутник Нептуна, получивший временное наименование в 1989 году. В начале августа было объявлено уже об открытии четырех новых спутников. Все они были зафиксированы на фотографии, сделанной 30 июля. Новые спутники представляли собой темные бесформенные глыбы размером от 50 до 400 километров. Затем было открыто еще два спутника диаметром 50 и 90 километров. 6 августа начались исследования теплового баланса Нептуна и съемка диска планеты с высоким разрешением.

Следующие открытия были связаны с кольцами Нептуна. Снимки станции, полученные более чем за неделю до максимального сближения с планетой, первоначально подтвердили существование незамкнутых дуг вокруг Нептуна. Однако чем ближе станция оказывалась к цели, тем полнее вырисовывались на снимках нити дуг, в итоге превратившиеся в кольца разной плотности на разных участках. Всего было выявлено четыре кольца Нептуна.

Ночью 24 августа, огибая северный полюс Нептуна, «Вояджер-2» прошел на минимальном расстоянии от планеты – 4895 километров от верхней границы облачного слоя. Всего двумя часами ранее станция сделала лучшие фотографии атмосферы Нептуна.

Через 4 часа 15 минут после встречи с Нептуном «Вояджер-2» под действием поля тяготения планеты оказался на расстоянии 38600 километров от Тритона – наибольшего спутника Нептуна. Перед глазами землян возник неведомый мир хребтов и разломов, заполненных льдообразной вязкой лавой, котловин и озер жидкой грязи. Диаметр спутника оказался 2730 километров. 9 октября было объявлено об открытии на Тритоне действующего гейзера. На изображении, полученном 24 августа с расстояния 99920 километров, был выявлен выброс темного вещества, взметнувшегося на высоту восемь километров. Вещество, по предположению ученых, представляло собой азот с

примесями органических молекул, придающих ему темную окраску.

Данные «Вояджера» позволили уточнить диаметр другого известного спутника Нептуна – Нереиды. Ее диаметр составил 340 километров.

В ходе встречи с Нептуном «Вояджер-2» работал почти на пределе своих возможностей. Всего было выполнено около 80 различных маневров, в том числе 9 плавных разворотов платформы с научными приборами. Продолжительность экспозиции при съемках достигала десяти минут, при этом всякий раз удавалось избежать смазывания изображения.

После пролета семейства Нептуна станция «нырнула» под плоскость эклиптики и под углом пятьдесят градусов стала удаляться из Солнечной системы в направлении звезды Росс 248, которой он, видимо, достигнет в 42000 году. Планетная часть миссии «Вояджеров» закончилась, и их системы получения изображений после заключительной серии фотографировании были выключены. Тем не менее ресурсы электросистем обеих «Вояджеров» позволят в течение довольно длительного времени передавать научную информацию о состоянии теперь уже межзведной среды.

За это время на Земле принято более ста тысяч изображений и другой информации обо всех планетах-гигантах и их окружении.

Научная информация, полученная «Вояджерами», была доступна не только ученым всего мира, но и всей международной общественности. Снимки планет, сделанные станциями, обошли обложки массовых журналов, познакомив человечество с самыми отдаленными уголками Солнечной системы.

Космический корабль многоразового использования «Шаттл»

Пока космические запуски были редкими, вопрос о стоимости ракет-носителей особого внимания к себе не привлекал. Но по мере освоения космоса он стал приобретать все большее значение. Стоимость ракеты-носителя в общей стоимости запуска космического аппарата бывает разная. Если носитель серийный, а космический аппарат, который он запускает, уникальный, стоимость носителя – около 10 процентов от общей стоимости запуска. Если космический аппарат серийный, а носитель уникальный – до 40 процентов и более. Высокая стоимость космической транспортировки объясняется тем, что ракета-носитель применяется один-единственный раз. Спутники и космические станции работают на орбите или в межпланетном пространстве, принося определенный научный или хозяйственный результат, а ступени ракеты, имеющие сложную конструкцию и дорогое оборудование, сгорают в плотных слоях атмосферы. Естественно, возник вопрос о снижении стоимости космических запусков за счет повторного запуска ракет-носителей.

Существует много проектов таких систем. Один из них – космический самолет. Это крылатая машина, которая, подобно воздушному лайнеру, взлетала бы с космодрома и, доставив полезный груз на орбиту (спутник или

космический корабль), возвращалась бы на Землю. Но создать такой самолет пока невозможно, главным образом из-за необходимого соотношения масс полезного груза и полной массы машины. Экономически невыгодными или трудноосуществимыми оказывались и многие другие схемы летательных аппаратов многоразового использования.

Тем не менее в США все-таки взяли курс на создание космического корабля многоразового использования. Многие специалисты были против столь дорогостоящего проекта. Но его поддержал Пентагон.

Разработка системы «Спейс Шаттл» («космический челнок») началась в США в 1972 году. В ее основу была положена концепция космического летательного аппарата многоразового использования, предназначенного для вывода на околоземные орбиты искусственных спутников и других объектов. Космический летательный аппарат «Шаттл» представляет собой связку из пилотируемой орбитальной ступени, двух твердотопливных ракетных ускорителей и большого топливного бака, расположенного между этими ускорителями.

Стартует «Шаттл» вертикально с помощью двух твердотопливных ускорителей (диаметр каждого 3,7 метра), а также жидкостных ракетных двигателей орбитальной ступени, которые питаются топливом (жидкий водород и жидкий кислород) от большого топливного бака. Твердотопливные ускорители работают только на начальном участке траектории. Время их работы чуть больше двух минут. На высоте 70-90 километров ускорители отделяются, спускаются на парашютах на воду, в океан, и буксируются к берегу, с тем чтобы после восстановительного ремонта и зарядки топливом использовать их вновь. При выходе на орбиту топливный бак (диаметром 8,5 метра и длиной 47 метров) сбрасывается и сгорает в плотных слоях атмосферы.

Самый сложный элемент комплекса – орбитальная ступень. Она напоминает ракетный самолет с треугольным крылом. Помимо двигателей, в ней размещены кабина экипажа и грузовой отсек. Орбитальная ступень осуществляет сход с орбиты как обычный космический аппарат и производит посадку без тяги, только за счет подъемной силы стреловидного крыла малого удлинения. Крыло позволяет орбитальной ступени совершать некоторый маневр как по дальности, так и по курсу и в конечной счете производить посадку на специальную бетонную полосу. Посадочная скорость ступени при этом намного выше, чем у любого истребителя, – около 350 километров в час. Корпус орбитальной ступени должен выдерживать температуру 1600 градусов Цельсия. Теплозащитное покрытие состоит из 30922 силикатных плиток, приклеенных к фюзеляжу и плотно подогнанных друг к другу.

Космический летательный аппарат «Шаттл» – своего рода компромисс и в техническом, и в экономическом отношении. Максимальный полезный груз, доставляемый «Шаттлом» на орбиту, – от 14,5 до 29,5 тонны, а его стартовая масса – 2000 тонн, то есть полезная нагрузка составляет всего 0,8-1,5

процента от полной массы заправленного корабля. В то же время этот показатель для обычной ракеты при том же полезном грузе составляет 2-4 процента. Если же взять в качестве показателя отношение полезного груза к весу конструкции, без учета топлива, то преимущество в пользу обычной ракеты еще более возрастет. Такова плата за возможность хотя бы частично использовать повторно конструкции космического аппарата.

Один из создателей космических кораблей и станций, летчик-космонавт СССР, профессор К.П. Феоктистов, так оценивает экономическую эффективность «Шаттлов»: «Что и говорить, создать экономичную транспортную систему непросто. Некоторых специалистов в идее „Шаттла" смущает еще и следующее. Согласно экономическим расчетам он оправдывает себя примерно при 40 полетах в год на один образец. Получается, что в год только один „самолет", чтобы оправдать свою постройку, должен выводить на орбиту порядка тысячи тонн разных грузов. С другой стороны, имеет место тенденция к снижению веса космических аппаратов, увеличению продолжительности их активной жизни на орбите и вообще к снижению количества запускаемых аппаратов за счет решения каждым из них комплекса задач».

С точки зрения эффективности создание транспортного корабля многоразового использования такой большой грузоподъемности дело преждевременное. Снабжать орбитальные станции гораздо выгоднее с помощью автоматических транспортных кораблей типа «Прогресс» Сегодня стоимость одного килограмма груза, выводимого в космос «Шаттлом» составляет 25000 долларов, а «Протоном» – 5000 долларов.

Без прямой поддержки Пентагона проект вряд ли удалось бы довести до стадии полетных экспериментов. В самом начале проекта при штабе ВВС США был учрежден комитет по использованию корабля «Шаттл». Было принято решение о строительстве стартовой площадки для челночного корабля на базе ВВС Ванденберг в Калифорнии, с которой осуществляются запуски космических аппаратов военного назначения. Военные заказчики планировали использовать «Шаттл» для выполнения широкой программы размещения в космосе разведывательных спутников, систем радиолокационного обнаружения и наведения на цель боевых ракет, для пилотируемых разведывательных полетов, создания космических командных постов, орбитальных платформ с лазерным оружием, для «инспекции» на орбите чужих космических объектов и доставки их на Землю. Корабль «Шаттл» также рассматривался как одно из ключевых звеньев общей программы создания космического лазерного оружия.

Так, уже в первом полете экипаж корабля «Колумбия» выполнял задание военного характера, связанное с проверкой надежности прицельного устройства для лазерного оружия. Размещенный на орбите лазер должен точно наводиться на ракеты, удаленные от него на сотни и тысячи километров.

С начала 1980-х годов ВВС США готовили ряд несекретных экспериментов

на полярной орбите с целью разработки перспективной аппаратуры для слежения за объектами, движущимися в воздушном и безвоздушном пространстве.

Катастрофа «Челленджера» 28 января 1986 года внесла коррективы в дальнейшее развитие космических программ США. «Челленджер» ушел в свой последний полет, парализовав всю американскую космическую программу. Пока «Шаттлы» стояли на приколе, сотрудничество НАСА с министерством обороны оказалось под вопросом. ВВС фактически распустили свою группу астронавтов. Переменился и состав военно-научной миссии, получившей наименование СТС-39 и перенесенной на мыс Канаверал.

Сроки следующего полета неоднократно отодвигались. Программа возобновилась только в 1990 году. С той поры «Шаттлы» регулярно совершали космические полеты. Они участвовали в ремонте телескопа «Хаббл», полетах на станцию «Мир», строительстве МКС.

Ко времени возобновления полетов «Шаттлов» в СССР уже был готов корабль многоразового использования, во многом превзошедший американский. 15 ноября 1988 года новая ракета-носитель «Энергия» вывела на околоземную орбиту многоразовый корабль «Буран». Он, совершив два витка вокруг Земли, ведомый чудо-автоматами, красиво приземлился на бетонную посадочную полосу Байконура, будто рейсовый лайнер «Аэрофлота».

Ракета-носитель «Энергия» – базовая ракета целой системы ракет-носителей, образуемых сочетанием разного количества унифицированных модульных ступеней и способных выводить в космос аппараты массой от 10 до сотен тонн! Ее основу, стержень, составляет вторая ступень. Ее высота – 60 метров, диаметр – около 8 метров. На ней установлено четыре жидкостных ракетных двигателя, работающих на водороде (горючее) и кислороде (окислитель). Тяга каждого такого двигателя у поверхности Земли – 1480 кН. Вокруг второй ступени у ее основания пристыкованы попарно четыре блока, образующие первую ступень ракеты-носителя. На каждом блоке установлен самый мощный в мире четырехкамерный двигатель РД-170 тягой в 7400 кН у Земли.

«Пакет» блоков первой и второй ступеней и образует мощную, тяжелую ракету-носитель, имеющую стартовую массу до 2400 тонн, несущую полезную нагрузку 100 тонн. Общая тяга ее двигателей в начале полета достигает 36000 кН.

«Буран» имеет большое внешнее сходство с американским «Шаттлом». Корабль построен по схеме самолета типа «бесхвостка» с треугольным крылом переменной стреловидности, имеет аэродинамические органы управления, работающие при посадке после возвращения в плотные слои атмосферы – руль направления и элевоны. Он был способен совершать управляемый спуск в атмосфере с боковым маневром до 2000 километров.

Длина «Бурана» – 36,4 метра, размах крыла – около 24 метра, высота корабля на шасси – более 16 метров. Стартовая масса корабля – более 100

тонн, из которых 14 тонн приходится на топливо. В носовой отсек вставлена герметичная цельносварная кабина для экипажа и большей части аппаратуры для обеспечения полета в составе ракетно-космического комплекса, автономного полета на орбите, спуска и посадки. Объем кабины – более 70 кубических метров.

При возвращении в плотные слои атмосферы наиболее теплонапряженные участки поверхности корабля раскаляются до 1600 градусов, тепло же, доходящее непосредственно до металлической конструкции корабля, не должно превышать 150 градусов. Поэтому «Буран» отличала мощная тепловая защита, обеспечивающая нормальные температурные условия для конструкции корабля при прохождении плотных слоев атмосферы во время посадки.

Теплозащитное покрытие из более 38 тысяч плиток изготовлено из специальных материалов: кварцевое волокно, высокотемпературные органические волокна, частично материал на основе углерода. Керамическая броня обладает способностью аккумулировать тепло, не пропуская его к корпусу корабля. Общая масса этой брони составила около 9 тонн.

Длина грузового отсека «Бурана» – около 18 метров. В его обширном грузовом отсеке мог разместиться полезный груз массой до 30 тонн. Туда можно было поместить крупногабаритные космические аппараты – большие спутники, блоки орбитальных станций. Посадочная масса корабля – 82 тонны.

«Буран» оснастили всеми необходимыми системами и оборудованием как для автоматического, так и для пилотируемого полета. Это и средства навигации и управления, и радиотехнические и телевизионные системы, и автоматические устройства регулирования теплового режима, и система жизнеобеспечения экипажа, и многое-многое другое.

Основная двигательная установка, две группы двигателей для маневрирования расположены в конце хвостового отсека и в передней части корпуса.

«Буран» явился ответом американской военной космической программе. Потому после потепления отношений с США судьба корабля была предрешена.

Орбитальная станция «Мир»

Еще в начале XX века К.Э. Циолковский, мечтая об устройстве «эфирных поселений», наметил пути создания орбитальных станций.

Что же это такое? Как видно из названия, это тяжелый искусственный спутник, длительное время совершающий полет по околоземной, окололунной или околопланетной орбите. От обычных спутников орбитальную станцию отличают, прежде всего, ее размеры, оснащенность и универсальность: на ней можно проводить большой комплекс разнообразных исследований.

Как правило, она не имеет даже своей двигательной установки, поскольку

коррекцию ее орбиты производят с помощью двигателей транспортного корабля. Зато на ней гораздо больше научного оборудования, она просторнее и уютнее, чем корабль. Космонавты прилетают сюда надолго – на несколько недель или даже месяцев. На это время станция становится их космическим домом, и для того чтобы сохранять в течение всего полета хорошую работоспособность, они должны чувствовать себя в ней комфортно и спокойно. В отличие от пилотируемых кораблей орбитальные станции не возвращаются на Землю.

Первой в истории орбитальной космической станцией стал советский «Салют», выведенный на орбиту 19 апреля 1971 года. 30 июня того же года к станции пристыковался корабль «Союз-11» с космонавтами Добровольским, Волковым и Пацаевым. Первая (и единственная) вахта продолжалась 24 дня. Затем некоторое время «Салют» находился в автоматическом беспилотном режиме, пока 11 ноября станция не закончила свое существование, сгорев в плотных слоях атмосферы.

За первым «Салютом» последовал второй, затем третий и так далее. В течение десяти лет в космосе отработало целое семейство орбитальных станций. Десятки экипажей провели на них множество научных экспериментов. Все «Салюты» представляли собой космические многоцелевые исследовательские лаборатории для продолжительных исследований со сменным экипажем. В отсутствие космонавтов все системы станции управлялись с Земли. Для этого использовались малогабаритные ЭВМ, в память которых были заложены стандартные программы управления операциями полета.

Самым крупным стал «Салют-6». Общая длина станции составляла 20 метров, а объем – 100 кубических метров. Масса «Салюта» без транспортного корабля – 18,9 тонны. На станции помещалось много разнообразной аппаратуры, в том числе крупногабаритные телескоп «Орион» и гамма-телескоп «Анна-111».

Вслед за СССР свою орбитальную станцию запустили в космос США. 14 мая 1973 года на орбиту была выведена их станция «Скайлэб» («Небесная лаборатория»). Основой для нее послужила третья ступень ракеты «Сатурн-5», которая использовалась в прежних лунных экспедициях для разгона корабля «Аполлон» до второй космической скорости. Большой водородный бак был переоборудован в бытовые помещения и лабораторию, а меньший по размерам кислородный бак превращен в контейнер для сбора отходов.

«Скайлэб» включала в себя собственно блок станции, шлюзовую камеру, причальную конструкцию с двумя стыковочными узлами, две солнечные батареи и отдельный комплект астрономических приборов (в его состав входило восемь различных аппаратов и цифровая вычислительная машина). Общая длина станции достигала 25 метров, масса – 83 тонны, внутренний свободный объем – 360 кубических метров. Для ее выведения на орбиту использовалась мощная ракета-носитель «Сатурн-5», способная поднимать на

околоземную орбиту до 130 тонн полезного груза. Собственных двигателей для коррекции орбиты «Скайлэб» не имела. Ее осуществляли с помощью двигателей космического корабля «Аполлон». Ориентация станции изменялась с помощью трех силовых гироскопов и микродвигателей, работавших на сжатом газе. За время функционирования «Скайлэб» на ней побывали три экипажа.

По сравнению с «Салютом» «Скайлэб» был значительно вместительнее. Длина шлюзовой камеры составляла 5,2 метра, а ее диаметр – 3,2 метра. Здесь в баллонах высокого давления хранились бортовые запасы газов (кислорода и азота). Блок станции имел длину 14,6 метров при диаметре 6,6 метров.

Российская орбитальная станция «Мир» была выведена на орбиту 20 февраля 1986 года. Разрабатывал и изготавливал базовый блок и модуль станции Государственный космический научно-производственный центр имени М.В. Хруничева, а техническое задание готовила ракетно-космическая корпорация «Энергия».

Общая масса станции «Мир» – 140 тонн. Длина станции – 33 метра. Станция состояла из нескольких относительно самостоятельных блоков – модулей. По модульному принципу построены также отдельные ее части и бортовые системы. За годы эксплуатации в состав комплекса дополнительно базовому блоку были введены пять крупных модулей и специальный стыковочный отсек.

Базовый блок по размерам и внешнему виду подобен российским орбитальным станциям серии «Салют». Его основу составляет герметичный рабочий отсек. Здесь расположены центральный пост управления и средства связи. Позаботились конструкторы и о комфортных условиях для экипажа: на станции были две индивидуальные каюты и общая кают-компания с рабочим столом, устройствами для подогрева воды и пищи, беговая дорожка и велоэргометр. На наружной поверхности рабочего отсека размещались две поворотные панели солнечных батарей и неподвижная третья, смонтированная космонавтами в ходе полета.

Перед рабочим отсеком – герметичный переходный отсек, который мог служить шлюзом для выхода в открытый космос. Там пять стыковочных портов для соединения с транспортными кораблями и научными модулями. За рабочим отсеком располагался негерметичный агрегатный отсек с герметичной переходной камерой со стыковочным узлом, к которому впоследствии был подсоединен модуль «Квант». Снаружи агрегатного отсека на поворотной штанге установили остронаправленную антенну, обеспечивающую связь через спутник-ретранслятор, который находился на геостационарной орбите. Подобная орбита означает, что спутник висит над одной точкой земной поверхности.

В апреле 1987 года к базовому блоку был пристыкован модуль «Квант». Он представляет собой единый герметический отсек с двумя люками, один из которых служил рабочим портом для приема транспортных кораблей

«Прогресс-М». Вокруг него располагался комплекс астрофизических приборов, предназначенных преимущественно для исследования недоступных наблюдениям с Земли рентгеновских звезд. На наружной поверхности космонавтами были смонтированы два узла крепления поворотных многоразовых солнечных батареи. Элементы конструкции международной станции – две крупногабаритные фермы «Рапана» и «Софора». На «Мире» они проходили многолетние испытания на прочность и долговечность в условиях космоса. На конце «Софоры» размещалась выносная двигательная установка крена.

«Квант-2» был пристыкован в декабре 1989 года. Другое название блока – модуль дооснащения, поскольку в нем было расположено оборудование, необходимое для работы систем жизнеобеспечения станции и создания дополнительного комфорта для ее обитателей. В частности, шлюзовой отсек использовался как хранилище скафандров и в качестве ангара для автономного средства перемещения космонавта.

В модуле «Кристалл» (был пристыкован в 1990 году) размещалось преимущественно научное и технологическое оборудование для исследования технологии получения новых материалов в условиях невесомости. К нему через переходной узел присоединялся стыковочный отсек.

Аппаратура модуля «Спектр» (1995) позволяла вести постоянные наблюдения за состоянием атмосферы, океана и земной поверхности, а также проводить медико-биологические исследования и т д. «Спектр» был оснащен четырьмя поворотными солнечными батареями, дающими электроэнергию для питания научной аппаратуры.

Стыковочный отсек (1995) – это сравнительно небольшой модуль, созданный специально для американского космического корабля «Атлантис». Он был доставлен на «Мир» американским многоразовым пилотируемым транспортным космическим кораблем «Спейс Шаттл».

В блоке «Природа» (1996) располагались высокоточные приборы для наблюдения за земной поверхностью. В состав модуля входило также около тонны американского оборудования для изучения поведения человека во время длительного космического полета.

25 июня 1997 года во время эксперимента по стыковке со станцией «Мир» с помощью дистанционного управления беспилотный грузовой корабль «Прогресс М-34» своими семью тоннами повредил солнечную батарею модуля «Спектр» и пробил его корпус. Воздух из станции стал вытекать. При таких авариях предусмотрено досрочное возвращение экипажа станции на Землю. Однако мужество и грамотные согласованные действия космонавтов Василия Циблиева, Александра Лазуткина и астронавта Майкла Фоула спасли для работы станцию «Мир». Автор книги «Стрекоза» Брайан Берроу воспроизводит обстановку на станции во время этой аварии. Вот отрывок из этой книги, частично опубликованной в журнале «ГЕО» (июль 1999 года):

«...Фоул выбирается из отсека „Союза", чтобы направиться к базовому блоку

и выяснить, в чем дело. Вдруг появляется Лазуткин и начинает возиться с люком „Союза". Фоул понимает, что начинается эвакуация. „Что я должен делать, Саша?" – спрашивает он. Лазуткин не обращает внимания на вопрос – или не слышит его; в оглушительном вое сирены трудно расслышать даже собственный голос. Обхватив, как борец на арене, толстую вентиляционную трубу, Лазуткин разрывает ее пополам. Он размыкает одно за другим соединения проводов, чтобы освободить „Союз" для старта. Не произнося ни слова, один за другим выдергивает штекеры. Фоул молча смотрит на все это. Через минуту все соединения разомкнуты – кроме трубы, которая отводит конденсированную воду из „Союза" в центральную цистерну. Лазуткин показывает Фоулу, как отвинчивается эта труба. Фоул пробирается в „Союз" и начинает изо всех сил торопливо орудовать ключом.

Только убедившись, что Фоул все делает правильно, Лазуткин возвращается в «Спектр». Фоул по-прежнему считает, что утечка произошла в базовом блоке или в «Кванте». Но Лазуткину гадать ни к чему – он наблюдал, как все случилось, через иллюминатор и потому знает, где искать пробоину. Он ныряет головой вперед в люк «Спектра» и сразу же слышит свистящий звук – это воздух вытекает в космическое пространство. Невольно Лазуткина пронзает мысль: неужели все, конец?…

Чтобы спасти «Мир», нужно как-то закрыть люк модуля «Спектр». Все люки устроены одинаково: сквозь каждый проходит толстая вентиляционная труба, а также кабель из восемнадцати белых и серых проводов. Чтобы разрезать их, нужен нож. Лазуткин возвращается в основной модуль, где, как он помнит, были большие ножницы, – к Циблиеву, который как раз выходит на сеанс связи с Землей. И тут Лазуткин с ужасом видит, что ножниц нет. Находится только небольшой нож для зачистки проводов («которым впору не кабель резать, а сливочное масло», – вспомнит он впоследствии), Фоул, справившись наконец с трубой, выходит из «Союза» и видит, что Лазуткин работает с люком «Спектра». «Я был абсолютно уверен, что он перепутал люк, – рассказывал потом Фоул. – И решил, что пока не буду вмешиваться. Но все время думал: не следует ли остановить его?». Однако лихорадочность, с которой работал Лазуткин, подействовала на Фоула. Он схватил свободные концы отрезанного кабеля и стал связывать их резиновым жгутом, который нашел в базовом блоке. «Зачем мы отсоединяем „Спектр"? – прокричал он Лазуткину в самое ухо, чтобы тот услышал его сквозь вой сирены. – Чтобы перекрыть утечку, нужно начать с „Кванта"!» «Майкл! Я сам видел – пробоина в „Спектре"». Лишь теперь Фоул понимает, почему Лазуткин так торопится: он хочет изолировать разгерметизированный «Спектр», чтобы успеть спасти станцию. Всего за три минуты ему удается разъединить пятнадцать из восемнадцати проводов. У трех оставшихся нет никаких разъемов. Лазуткин пускает в ход нож и обрезает кабели датчиков. Остался последний. Лазуткин принимается изо всех сил кромсать ножом провод – в стороны летят искры, а его бьет током: кабель оказался под напряжением.

Фоул видит ужас на лице у Лазуткина. «Давай, Саша! Режь!» Лазуткин, кажется, не реагирует. «Режь быстрее!» Но электрический кабель Лазуткин резать не хочет…

…В каком-то темном углу Лазуткин нащупывает соединительную часть электрокабеля – и, ориентируясь по ней, добирается до модуля «Спектр». Там он, наконец, находит разъем. Одним яростным рывком Лазуткин отсоединяет кабель.

Вместе с Фоулом они бросаются к внутреннему клапану «Спектра». Лазуткин хватается за него и хочет закрыть. Клапан не поддается. Причина ясна обоим: искусственная атмосфера станции, будто струя воды, с огромным напором вытекает сквозь люк и дальше, через пробоину, в космическое пространство… Конечно, Лазуткин мог бы перейти в «Спектр» и задраить клапан оттуда – но тогда он там навсегда останется и погибнет от удушья. Лазуткин не хочет героической смерти. Снова и снова вместе с Фоулом они пытаются закрыть люк «Спектра» со стороны станции. Но упрямый люк никак не поддается, не сдвигается ни на сантиметр…

…Клапан по-прежнему не поддается. У него гладкая поверхность и ни одной рукоятки. Если закрывать его, схватившись за край, можно потерять пальцы. «Крышку! – кричит Лазуткин. – Нужна крышка!» Фоул сразу понимает, что, раз внутренний клапан модуля не поддается, придется закрывать люк со стороны базового блока. Все модули снабжены двумя круглыми, похожими на крышку от мусорного бака заслонками – тяжелой и легкой. Поначалу Лазуткин хватается за тяжелую крышку, но она крепится множеством бандажей, и он понимает: времени все их перерезать уже нет. Он бросается к легкой крышке, держащейся лишь на двух бандажах, и перерезает их. Вместе с Фоулом они начинают прилаживать крышку к отверстию люка. Ее нужно закрепить скобами. И тут им везет – как только удается закрыть отверстие, перепад давления помогает им: воздушная струя намертво прижимает крышку к люку. Они спасены…»

Так жизнь еще раз подтвердила надежность российской станции, возможность восстановить его функции при разгерметизации одного из модулей.

На станции «Мир» космонавты жили подолгу. Здесь они проводили научные эксперименты и наблюдения в реальных условиях космического пространства, испытывали технические устройства.

На станции «Мир» было установлено множество мировых рекордов. Самые продолжительные полеты совершили Юрий Романенко (1987—326 суток), Владимир Титов и Муса Манаров (1988—366 суток), Валерий Поляков (1995—437 суток). Самое большое суммарное время на станции у Валерия Полякова (2 полета – 678 суток), Сергея Авдеева (3 полета – 747 суток). Рекорды среди женщин – у Елены Кондаковой (1995—169 суток), Шеннон Люсид (1996—188 суток).

На «Мире» побывали 104 человека. 5 раз совершал полеты сюда Анатолий

Соловьев, 4 раза – Александр Викторенко, 3 раза – Сергей Авдеев, Виктор Афанасьев, Александр Калери и астронавт США Чарлз Прекорт.

На «Мире» работали 62 иностранца из 11 стран и Европейского космического агентства. Больше других из США – 44 и из Франции – 5.

На «Мире» осуществлено 78 выходов в открытый космос. Больше других выходил за пределы станции Анатолий Соловьев – 16 раз. Общее время, проведенное им в открытом космосе, составило 78 часов!

На станции проведено множество научных экспериментов. «Разговоры о том, что в последние годы на „Мире" не занимались наукой – обман, – говорит генеральный конструктор космической корпорации „Энергия" им. Королёва Юрий Семенов. – Поставлены блестящие эксперименты. „Плазменный кристалл" под руководством академика Фортова тянет на Нобелевскую премию. А также „Пелена" – обеспечение второго контура жизнеобеспечения. „Рефлектор" – новое качество телекоммуникаций. Выведение модуля в точку либрации для предотвращения магнитных бурь. Новый принцип холодильной установки в невесомости…»

«Мир» – уникальная орбитальная станция. Многие из космонавтов просто влюбились в нее. Говорит летчик-космонавт Анатолий Соловьев: «Пять раз летал в космос – и все пять раз на „Мир". Прибыв на станцию, ловил себя на мысли, что мои руки сами совершают привычные действия. Это подсознательная память тела, „Мир" вжился в подкорку. Отговаривала ли меня жена от полетов? Никогда. Сейчас могу признаться, что повод для ревности был: „Мир" забыть невозможно, как первую женщину. Стану стариком, но станцию не забуду».

Телескоп «Хаббл»

Приоритет изготовления телескопа оспаривается до сих пор. Согласно ряду документов, один из первых инструментов был сделан в Нидерландах Захарием Янсеном в 1604 году по итальянской модели 1590 года. Другие протоколы опросов свидетелей сообщают, что первые зрительные трубы были изобретены около 1605—1610 годов в Миддельбурге изготовителем очков Иоанном Лапреем. В любом случае уже в 1608 году телескопы делали многие мастера. В частности, Якоб Метциус.

В 1610 году Галилей создал телескоп с увеличением 32 раза! Астрономические исследования ученого принесли ему большую славу. Под впечатлением успехов Галилея Иоганн Кеплер вновь вернулся в 1610 году к прикладной оптике. Он предложил принципиально новую оптическую схему зрительной трубы. До этого в ней использовалась лишь одна комбинация линз – последовательное соединение рассеивающей (вогнутой) в качестве объектива и собирающей (выпуклой) в качестве окуляра.

Труба же Кеплера имела две выпуклые линзы, что помимо большего поля

зрения впервые позволило получить прямое изображение наблюдаемого объекта. Такой телескоп мог служить визирным приспособлением, то есть из инструмента чисто наблюдательного становился еще и измерительным. А это значительно расширило область его применения.

Однако первые телескопы давали изображения заметно искаженные различными дефектами (аберрациями). Ученые – которые тогда и были главными телескопостроителями – пытались устранить их, увеличивая фокусное расстояние объектива.

Так было до 1668 года, когда Исаак Ньютон впервые построил инструмент совершенно нового типа – телескоп-рефлектор (зеркальный), лишенный хроматической аберрации, свойственной линзовым устройствам (рефракторам). Объективом в нем служило вогнутое металлическое зеркало. От качества изготовления последнего и зависело совершенство изображения.

Через двадцать один год после Ньютона английский астроном и оптик Вильям Гершель отшлифовал зеркало диаметром 122 сантиметра. В то время это был величайший в мире рефлектор.

Поняв, что увеличение размеров телескопов – прямой путь к новым открытиям, астрономы ведущих обсерваторий мира вступили в настоящее соревнование. В 1917 году американец Д. Ричи построил новый рефлектор для обсерватории Маунт-Вилсон, он много лет оставался самым большим в мире. Его 258-сантиметровое зеркало весило пять тонн при общей массе инструмента сто тонн.

В 1931 году немецкий оптик Б. Шмидт, а затем его советский коллега Д.Д. Максутов (1941) разработали два варианта конструкции комбинированных, зеркально-линзовых телескопов. Оба инструмента получили мировое признание и стали носить имена своих создателей.

В обычный зеркальный телескоп Максутов ввел корректирующую линзу, исправлявшую искажения, вносимые сферическим зеркалом. Уже первые подобные системы позволили получить уникальные по качеству фотографии звездного неба и выпустить фундаментальное астрономическое издание – атлас туманностей.

В истории телескопостроения рефракторы долго «боролись» с рефлекторами, пока, наконец, не победили последние. Самый большой из них, с шестиметровым главным зеркалом из стеклокристаллического материала – ситалла, был установлен в Специальной астрофизической обсерватории Российской АН на горе Семиродники возле станции Зеленчукской, на Северном Кавказе. Обработка семидесятитонного зеркала продолжалась до лета 1974-го, а регулярные наблюдения начались в феврале 1976 года – в общей сложности после шестнадцати лет подготовительных работ. Грандиозное 42-метровое сооружение в сборе весит 950 тонн. Этот телескоп «видит» небесные объекты до 26-й звездной величины, находящиеся на границе наблюдаемой Вселенной.

Еще в 1940-е годы астрономы осознали, что электромагнитное излучение

космических объектов отнюдь не ограничивается видимым спектром, но распределяется практически по всем диапазонам – от радиоволн до гамма-лучей и что наблюдение в новых областях спектра может принести ценнейшую информацию, ранее совершенно недоступную.

Первыми в ряду «неоптических» приборов стали радиотелескопы, благодаря которым еще в те же 1940-е годы были открыты радиогалактики, невидимые даже для лучших тогдашних оптических инструментов. Исследователи сразу же оценили и то, что в отличие от последних новые приборы не зависят от капризов погоды. Что касается конструкции, то среди радиотелескопов, как и у оптических, царствуют рефлекторы. Зеркалом здесь служит металлический сетчатый параболоид, в фокусе которого установлена антенна. Наведенный в ней сигнал поступает на обработку в приемник, а из него – на регистрирующие приборы.

Крупнейший инфракрасный телескоп был построен на Мауна-Кеа (Гавайи, США) на высоте 4200 метров над уровнем моря с зеркалом диаметром 374 сантиметра. Он настолько совершенен, что может использоваться также и для визуальных наблюдений. Снабженный компьютерной системой управления, он может автоматически наводиться на заданный объект и отслеживать его. Слева – главное зеркало, справа – узел системы.

А в 1985 году в обсерватории Мауна-Кеа началась работа над десятиметровым составным рефлектором Кека, включающим 36 автономно управляемых шестиугольных зеркал поперечником 183 сантиметра каждое. Для более точной фиксации зеркал и общей фокусировки изображения разработано специальное разгрузочное устройство, ослабляющее напряжения в элементах конструкции.

Однако и возможности улучшения характеристик оптических телескопов не были исчерпаны. Стали использоваться электронные фотоумножители, позволяющие увеличить эффективность наблюдений почти на два порядка. Так, оснащенный ими 508-сантиметровый рефлектор Хейла в обсерватории Маунт-Паломар (Калифорния, США), построенный в 1948 году, обладает разрешающей способностью «простого» телескопа с зеркалом 25,4 метра. Сейчас это самый эффективный земной оптический инструмент.

За новой информацией телескопы отправились на околоземные орбиты. Так, космическая станция «Мир» была укомплектована модулем «Квант» с двумя специальными телескопами – ультрафиолетовым и инфракрасным. А приборы автоматической орбитальной обсерватории «Астрон» могли наблюдать космические объекты одновременно в рентгеновских и ультрафиолетовых лучах.

24 апреля 1990 года с запуском космического телескопа «Хаббл» начался поистине золотой век астрономии.

К разработке проекта космического телескопа НАСА совместно с Европейским космическим агентством приступило в конце 1970-х годов. Планировалось, что это будет космическая обсерватория, которую станут

посещать каждые два-три года корабли с Земли для технического обслуживания и устранения поломок.

Свое имя телескоп получил в честь одного из выдающихся астрономов XX века Эдвина Хаббла, подлинного классика науки. Он оставил грандиозное наследие – эволюционирующий мир галактик, управляемый законом его имени. Хаббл сделал столь выдающиеся открытия, что они дают бесспорное право назвать Хаббла величайшим астрономом со времен Коперника.

Эдвин Хаббл родился 20 ноября 1889 года. Его детство прошло в крепкой дружной семье, где росли восемь детей. Астрономией Эдвин заинтересовался рано, вероятно, под влиянием своего деда по матери, построившего себе небольшой телескоп. В 1906 году Эдвин окончил школу, после чего поступил в Чикагский университет. Там работал астроном Ф.Р. Мультон, автор известной теории происхождения Солнечной системы. Он оказал большое влияние на дальнейший выбор Хаббла.

После окончания университета Хабблу удалось получить стипендию Родса и на три года уехать в Англию для продолжения образования. Однако вместо естественных наук ему пришлось изучать в Кембридже юриспруденцию.

Летом 1913 года Эдвин возвратился на родину, но юристом он не стал. Хаббл стремился к науке и вернулся в Чикагский университет, где в Йеркской обсерватории под руководством профессора Фроста подготовил диссертацию на степень доктора философии.

Весной 1917 года, когда он заканчивал свою диссертацию, США вступили в Первую мировую войну. Молодой ученый отклонил приглашение и записался добровольцем в армию. Летом 1919 года Хаббл демобилизовался и поспешил в Пасадену, чтобы работать в новой обсерватории Маунт-Вильсон. Хаббл работал здесь до своей смерти с четырехлетним перерывом во время Второй мировой войны.

В обсерватории он начал изучать туманности, сосредоточившись сначала на объектах, видимых в полосе Млечного Пути. Первое, что сделал Хаббл – это классифицировал их. Классификация эта продолжает служить науке, и все последующие модификации ее существа не затронули.

Уже одно установление истинной природы туманностей определило место Хаббла в истории астрономии. Но на его долю выпало и еще более выдающееся достижение – открытие закона красного смещения.

После войны в обсерватории, куда вернулся астроном, возобновилась разработка двухсотдюймового (508-сантиметрового) телескопа. Хаббл возглавил комитет по созданию перспективных планов исследований на новом инструменте, был членом комитета по управлению объединившихся обсерваторий Маунт-Вильсон и Маунт-Паломар. Главную задачу обсерватории Хаббл видел в решении космологической проблемы. «Можно с уверенностью предсказать, – убежденно говорил он, – что 200-дюймовик ответит нам, следует ли красное смещение считать свидетельством в пользу быстро расширяющейся Вселенной или оно обязано некоему новому принципу

природы».

Хаббл умер от инсульта 28 сентября 1953 года. На Земле нет памятников Хабблу. Никому не известно даже, где он похоронен, такова была воля его жены. Его именем назван кратер на Луне, астероид № 2069 и космический телескоп – крупнейший в мире.

Телескоп весом в 11 тонн, при длине 13,1 метров и диаметре рефлектора 240 сантиметров, стоит 1,2 миллиардов долларов – больше ста миллионов долларов за тонну. По расчетам специалистов, «Хаббл» проработает на орбите до 2005 года.

На телескопе установлено несколько научных приборов. Широкоугольная камера предназначена для фотографирования поверхностей планет и их спутников. Камера для слабосветящихся объектов усиливает в сто тысяч раз попадающий на нее свет. Спектрограф для этого слабого света анализирует излучение и может выявить химический состав и температуру того, что его испустило. Так называемый спектрограф Годдарда определяет, как движется объект, испустивший свет.

«Хаббл» вывел на орбиту высотой 613 километров один из «Шаттлов» в апреле 1990 года. Началась работа телескопа с неудачи. Через два месяца после запуска стало ясно, что основное зеркало телескопа диаметром в два с половиной метра отклоняется у своих краев от расчетного размера на несколько микронов – пятидесятую часть толщины человеческого волоса. Но этого оказалось достаточным, чтобы практически перечеркнуть труд тысяч людей – изображение было неясным и расплывчатым.

Чтобы исправить последствия аберрации, были созданы сложные корректирующие программы, и изображение стали подправлять уже на Земле при помощи компьютеров. Но даже в таком виде телескоп «Хаббл» позволял сделать открытия: обнаружить черные дыры в центрах галактик, новый шторм на Сатурне, расходящиеся кольца вокруг сверхновой звезды. Тем не менее было очевидно, что без ремонта не обойтись. Менять зеркало в космических условиях невозможно, поэтому было решено на каждый из приборов телескопа «надеть очки»: добавить небольшие устройства для коррекции. По два маленьких зеркальца исправляли недостаток большого.

Ранним утром 2 декабря 1993 года семеро астронавтов отправились на космическом корабле многоразового использования ремонтировать телескоп. Они вернулись через одиннадцать дней, сделав все, что было запланировано, и установив рекорд по выходам в космос – их было пять.

Еще через четыре дня в комнате обработки данных Института космического телескопа в Балтиморе, штат Мэриленд, собрались ученые, с нетерпением ждавшие первых картинок с исправленной обсерватории. Они появились на экране терминала в час ночи, и комната сразу наполнилась радостными воплями – теперь телескоп работал на все сто процентов. А его возможности таковы, что из любого города Америки он смог бы различить двух светлячков, порхающих на расстоянии вплоть до Токио, будь они не ближе трех метров

друг от друга.

За годы своего полета за облаками космическая обсерватория совершила несколько десятков тысяч оборотов вокруг Земли, «накрутив» при этом миллиарды километров.

Телескоп «Хаббл» позволил наблюдать уже более восьми тысяч небесных объектов. Для сравнения – примерно столько же звезд видно с Земли невооруженным глазом. В его памяти хранятся «адреса» пятнадцати миллионов звезд, которые он может исследовать. Два с половиной триллиона байтов информации, набранной телескопом, хранится на 375 оптических дисках. Ученым около сорока стран он позволил опубликовать более тысячи научных работ.

Благодаря «Хабблу» были сделаны открытия, вошедшие в историю астрономии и даже в институтские учебники. Удалось выяснить, к примеру, что черные дыры действительно существуют и обычно расположены в центрах галактик. Или то, что первичная стадия зарождения планет одинакова для всех звезд, а темное пятно на Нептуне не стоит на месте: оно исчезает в одной полусфере и появляется в другой. Другой вывод – у спутника Юпитера, Европы, есть тонкая кислородная атмосфера. Еще открытие – пояс из сотен миллионов комет окружает Солнечную систему.

Телескоп помог найти новые спутники за внешним кольцом Сатурна, сделать первую карту поверхности астероида, пролетающего неподалеку от Земли, позволил обнаружить в межгалактическом пространстве гелий, оставшийся со времени Большого взрыва. «Хаббл» дал возможность заглянуть в самые удаленные уголки космоса, изменить наши воззрения на самые ранние стадии возникновения Вселенной.

«Хаббл» обнаружил новый класс гравитационных линз, которые будут использоваться в качестве «телескопов» для исследования Вселенной. С их помощью астрономы могут рассмотреть, как шел тогда процесс образования звезд в голубой галактике.

Телескоп помог ученым измерить скорость вращения газового диска эллиптической галактики М87 в созвездии Девы, удаленной от Земли на пятьдесят миллионов световых лет. Оказалось, что вращается он вокруг «чего-то» с массой в три миллиарда солнечных масс. «Если это не черная дыра, тогда я вообще не представляю, что это такое, – считает профессор Форд из Института космического телескопа. – Мы абсолютно не ожидали увидеть вращающуюся спиральную структуру в центре эллиптической галактики».

Черные дыры – очень массивные и невероятно плотные объекты. Последние десятилетия о них много говорили, спорили, их искали, но лишь телескоп «Хаббл» подтвердил их существование. Давно было известно, что из центра галактики М87 выходит мощное оптическое и радиоизлучение. Только теперь, после обнаружения вращающегося диска, стало понятно, что это черная дыра, всасывая вещество, создает эффект «торнадо» – крутящегося вихря размером в сотни световых лет. Эту струю хорошо видно на снимке.

Удалось также установить, что пылевой диск разогрет до десяти тысяч градусов и внешние края его крутятся со скоростью более пятисот километров в секунду. Гигантские черные дыры могут выбрасывать в струи частицы, разогнанные практически до скорости света.

Из изображений же планет, полученных телескопом, впору составить небольшую выставку. Так, телескоп первым сфотографировал поверхность Плутона с таким разрешением, что можно стало говорить о карте планеты. До недавнего времени девятая планета Солнечной системы была скрыта от пристального взора исследователей космического пространства. Это уникальное небесное тело: оно не вписывается ни в какие классификации. Вращается Плутон вокруг Солнца, но его не относят ни к газовым гигантам, ни к твердым планетам. Он ведет себя как комета, периодически теряя свою атмосферу, но кометой не является. Он может быть последним оставшимся из ледяных карликов, населявших Солнечную систему на заре ее образования. Лишь Тритон – спутник Нептуна – годится ему в родственники.

«Результаты просто фантастические, – считает американский астроном Марк Буэ из Техаса. – „Хаббл" сделал Плутон из неясного пятнышка миром со своими горами, впадинами и временами года. Подобное ощущение я испытывал, глядя на Марс в телескоп». Эксперты различают на снимках полярные шапки, яркие перемещающиеся пятна и загадочные линии. По их мнению, все это либо просто снег, либо грязный снег, поскольку сейчас Плутон находится в ближнем к Солнцу положении и там теплый сезон, снег тает.

С Земли Плутон еле-еле можно разглядеть, и ни о какой его поверхности речи никогда не шло. Теперь ученые делают вывод, что по разнообразию поверхностных особенностей Плутон занимает в Солнечной системе второе место после Земли. Плутон – единственная планета, к которой не был пока послан космический корабль, но после таких открытий телескопа «Хаббл» уже планируется туда запуск зонда.

Во время второго «техосмотра» в феврале 1997 года на телескопе заменили спектрограф высокого разрешения, спектрограф слабых объектов, устройство наводки на звезды, магнитофон для записи информации и электронику солнечных батарей.

Предела развитию телескопостроения в обозримом будущем не видно. Судя по всему, еще очень далеко то время, когда астрономам удастся «выкачивать» из доходящего до нас излучения звезд и галактик всю содержащуюся в нем информацию…

Космическая лаборатория «Марс патфайндер»

Еще древних астрологов и астрономов завораживала странная, казалось, зловеще красная планета, столь отличная от всех других планет Солнечной

системы. Интерес многократно возрос, когда в 1877 году Д.В. Скиапарелли «обнаружил» на Марсе рукотворные «каналы».

Однако интерес ученых Марс вызвал совсем другой причиной. Они считают, что понимание закономерностей эволюции твердой оболочки и глубоких недр Марса, исследование состава и истории атмосферы и гидросферы – ключ к расшифровке законов развития и не только Земли, но и шаг к познанию истории всей Солнечной системы.

Первая автоматическая станция отправилась к Марсу осенью 1962 года. То был советский «Марс-1». Но достигнуть «красной» планеты ей не удалось. С 1965 по 1969 год американские станции «Маринер-4», «Маринер-6», «Маринер-7» передали более двухсот снимков «красной» планеты.

Дорога на поверхность Марса была проложена только в 1971 году. Зато это сделали сразу два аппарата. Сначала советская автоматическая станция «Марс-2» доставила на поверхность Марса капсулу, а спускаемый аппарат следующей советской станции – «Марс-3» – совершил первую мягкую посадку. Одновременно естественные спутники Марса – Фобос и Деймос обрели рукотворных собратьев: обе советские станции вместе с прибывшим к Марсу американским аппаратом «Маринер-9» стали его первыми искусственными спутниками. Они позволили людям впервые подробно рассмотреть Марс с близкого расстояния.

Следующие четыре советские автоматические станции, запущенные в 1973 году, уточнили полученные с орбит данные, а спускаемый аппарат одной из них – «Марса-6» – впервые прощупал атмосферу планеты изнутри. Так совместными усилиями двух стран – Советского Союза и США – был подготовлен очередной этап в исследовании Марса.

Вскоре на Марс опустились два американских аппарата «Викинг». Они передали на Землю цветные фотографии окружающей их местности и провели анализ марсианского грунта, определив его химический состав. Всего «Викинг-1» и «Викинг-2» отправили на Землю более пятидесяти тысяч снимков. Но главным в их программе были поиски жизни. Автоматические исследователи пытались найти на Марсе органические вещества. Тогда удалось проанализировать только пыль, покрывающую поверхность планеты, определить более или менее точно содержание в ней железа, магния, кальция, алюминия, калия, серы и хлора.

Несмотря на то что станции были удалены одна от другой на 6500 километров, результаты анализа совпали. Был сделан вывод, что эта пыль, покрывающая, вероятно, всю поверхность планеты, – продукт выветривания, разрушения и измельчения мафических (основных) пород Марса.

Чтобы добиться лучших результатов, надо было пробиться сквозь слой марсианской пыли и определить химический состав пород, скрытых под ней. Для этого ученые Института космических исследований РАН под руководством Р.З. Сагдеева, Института геохимии и аналитической химии РАН под руководством В.Л. Барсукова и многих других институтов и организаций

создали пенетраторы (от английского слова «penetrate» – проникать). Это особые, не взрывающиеся снаряды, внутри которых располагаются приборы для химического анализа. В пенетраторы установили приборы для химического анализа марсианских пород.

Предполагалось доставить пенетраторы к цели автоматическими межпланетными станциями и сбрасывать с определенной высоты так, чтобы они проникли в глубину на несколько метров. Но, прежде чем сбрасывать пенетраторы на Марс, было решено применить их для исследования его спутника Фобоса. Однако в 1989 году советские «Фобос-1» и «Фобос-2» потерялись в космосе. В 1996 году российский «Марс-96» упал на Землю после запуска.

Между тем германским, российским и американским ученым и конструкторам во главе с Е. Ридером из немецкого Макс-Планк-Института химии к тому времени удалось создать настоящее чудо техники для химического анализа на расстоянии в десятки миллионов километров от Земли. Именно такие анализаторы стояли на погибшем корабле «Марс-96». В итоге анализатор установили на американскую межпланетную автоматическую станцию «Марс патфайндер», которая готовилась к запуску на Марс.

Этот полет открывал ранее недоступные возможности. Действительно, марсианские породы в экспедициях «Викинг» анализировались с помощью приборов, установленных на металлической штанге-руке. Можно было сделать анализ только в прямом смысле на расстоянии вытянутой руки. Пенетраторы хотя и могут проникнуть сквозь слой пыли в коренные породы, но способны сделать анализы только в отдельных ограниченных точках планеты.

В экспедиции же «Патфайндер» должен был участвовать американский марсоход «Соджорнер». На шестиколесной машинке длиной чуть больше 50 сантиметров и высотой 30 сантиметров установили солнечную батарею, лабораторию для определения химического состава марсианских пород и три телевизионные камеры. Марсоход должен был разъезжать по марсианской поверхности и по команде останавливаться для нужных измерений. А значит, появилась возможность исследовать состав пород на большой площади, в специально выбранных районах.

Надо отметить относительную дешевизну проекта – 266 миллионов долларов – по сравнению, например, со стоимостью готовящегося полета американского аппарата на Сатурн – 1,48 миллиардов долларов.

4 июля 1997 года американская космическая лаборатория «Марс патфайндер» совершила посадку на поверхность Марса. Почти за семь месяцев полета «Патфайндер» преодолел 78,6 миллионов километров космического пространства. 4 июля 1997 года станция вошла в атмосферу планеты на высоте 130 километров непосредственно с траектории полета со скоростью 7,4 километров в секунду. От перегрева (из-за сопротивления марсианского воздуха) станцию предохранял теплоизолирующий щит. В девяти километрах от поверхности планеты раскрылся парашют, а щит был

сброшен. За 10,1 секунды до посадки, на высоте 335 метров, вокруг посадочного модуля были надуты воздушные мешки – амортизаторы системы мягкой посадки. На высоте 100 метров сработали пороховые двигатели, которые притормозили падение и отвели парашюты в сторону от посадочного модуля. Через 4 секунды модуль со скоростью около 21 метра в секунду упал на грунт, подпрыгнул вверх на 15 метров и, совершив 16 скачков, замер. Воздушная оболочка была спущена и притянута к аппарату. Лаборатория раскрыла солнечные панели, подняла на высоту человеческого роста съемочную камеру и выпустила миниатюрный марсоход.

«Местом посадки станции была выбрана равнина, – пишет в газете „Коммерсант" Илья Виноградов, – носящая имя греческого бога войны Ареса. Она наиболее благоприятна для работы солнечных панелей, обеспечивающих работу станции. „Патфайндер" сразу установил несколько рекордов. Станция стала первым космическим аппаратом, который сел на планету без предварительного выхода на орбиту; выпустил парашют на сверхзвуковой скорости; использовал для уменьшения последствий удара при посадке воздушные мешки, похожие на те, что применяются в автомобилях, но большие по размеру.

Праздничная атмосфера, царившая в НАСА после удачной посадки «Патфайндер», была быстро испорчена возникшими в работе станции неполадками. Запутавшаяся на спусковой платформе ткань воздушного мешка мешала начать движение доставленному на Марс дистанционно управляемому роботу «Соджорнер», оборудованному приборами для спектрального анализа образцов марсианского грунта. Специалистам из НАСА удалось очистить путь, но потом оказалось, что неполадки в работе главного модема робота привели к потере возможности дистанционного управления аппаратом. Однако и на этот раз НАСА оказалось на высоте, марсоход был выведен на поверхность планеты и начал передачу изображений на Землю».

С нетерпением ждали на Земле результатов первого пробного анализа марсианского воздуха. И вот пришло радостное известие. «Соджорнер» показал почти стопроцентную концентрацию углекислого газа, как это и есть на самом деле в атмосфере этой планеты. Можно было приступить к исследованиям химического состава пород Марса.

Для определения состава марсианских пород было решено использовать проникающее рентгеновское излучение. Оборудование для этого ее создатели – немецкие, российские и американские ученые назвали APXS (альфа-протон-рентгеновский спектрометр).

«Сердце АРХ-спектрометра, – пишет в „Соросовском образовательном журнале" Ю.А. Шуколюков, – было создано группой российских исследователей под руководством В. Радченко в Институте атомных реакторов в Димитровграде под Ульяновском. Оно сделано из трансуранового искусственного химического элемента кюрия, точнее, из одного изотопа этого элемента – кюрия-244. Общее количество кюрия-244 в нем таково, что

источник ежесекундно испускает почти 2 миллиарда альфа-частиц, каждая с энергией около 6 миллионов электрон-вольт.

Пролетая сквозь исследуемое вещество, многие из альфа-частиц легко выбивают электроны из внутренних K– или L-оболочек атомов. На освободившиеся места перескакивают электроны с более высоких энергетических уровней с других электронных оболочек. Высвобождается энергия в форме гамма-квантов характеристического рентгеновского излучения. Для каждого химического элемента со своими электронными оболочками характерен собственный спектр излучения – набор квантов специфической энергии. Для регистрации этих квантов служит детектор – 256-канальный энергетический анализатор. Каждый канал в нем подсчитывает только «свои» кванты определенной энергии. Набор подсчитанного числа квантов с разной энергией – это рентгеновский спектр марсианской породы. Его непросто расшифровать, потому что он представляет собой результат наложения спектров разных элементов, присутствующих в образце.

Для расшифровки готовят стандарты разного, заранее известного химического состава и сравнивают их рентгеновские спектры со спектром анализируемой породы. По составу того стандарта, спектр которого ближе всего спектру исследуемого образца, судят о содержании элементов в образце. Расчеты делают на компьютерах по специальным программам».

Рентгеновский анализатор записывал спектры. Он мог это делать только при температуре ниже минус 30 градусов Цельсия. При более высокой температуре анализатор уже неспособен хорошо различать кванты разной энергии. Конечно, можно было охлаждать детектор миниатюрным бортовым холодильником. Но в итоге поступили по-другому. Для экономии драгоценной на Марсе электрической энергии решили воспользоваться тем, что сама планета ночью становится огромным холодильником с температурой до минус 80 градусов.

В марсоход поместили также детектор протонов и еще один прибор, в котором используется резерфордовское рассеяние альфа-частиц.

Информация, полученная от трех детекторов, потом направляется в трехканальный электронный блок, способный ее запомнить и подготовить к передаче на Землю. Для этого блока потребовался контейнер размером 7x8x6,5 сантиметров. В то же время сам же АРХ-спектрометр имеет такие размеры, что легко умещается в чайной чашке. Целая лаборатория весом всего в 570 граммов.

Итак, перемещаясь от одной точки к другой, «Соджорнер» при помощи АРХ-спектрометр снова и снова анализировал лежавшую под колесами красновато-бурую пыль далекой планеты. Измерения были сделаны в шести местах, удаленных одно от другого. Но всюду химический состав был почти одинаковым.

Но исследователей ждал сюрприз. 6 июля 1997 года «Соджорнер» уперся своим чувствительным электронным носом – прибором для определения

химического состава, укрепленным на шарнирном устройстве, в довольно большой камень. К большому удивлению исследователей Марса, у этого камня, получившего название Barnacle Bill, химический состав оказался совершенно не таким, как ожидали исходя из всех предшествовавших исследований Марса.

Впервые в истории науки анализы марсианских коренных пород дали сенсационный результат – на Марсе есть не только мафические породы. Предполагают, что куски пород в районе посадки «Патфайндера» могли быть принесены туда потоками воды когда-то бежавших по планете рек, с возвышенности, находящейся южнее, возможно, представляющей собой древнюю марсианскую кору. О ее древности говорит обилие на ней метеоритных кратеров.

Новые данные, полученные в экспедиции «Патфайндера», опрокинули прежние представления о Марсе. Оказалось, что кора «красной» планеты химически подобна коре Земли. Возможно, на Марсе шли процессы, во многом сходные с геологическими проявлениями на Земле. Химические и петрологические особенности марсианских метеоритов вполне соответствуют таким представлениям.

Международная космическая станция

Идея создания международной космической станции возникла в начале 1990-х годов. Проект стал международным, когда к США присоединились Канада, Япония и Европейское космическое агентство. В декабре 1993 года США совместно с другими странами, участвующими в создании космической станции «Альфа», предложили России стать партнером данного проекта. Российское правительство приняло предложение, после чего некоторые эксперты стали называть проект «Ральфа», то есть «Русская Альфа», – вспоминает представитель НАСА по связям с общественностью Эллен Клайн.

По прикидкам экспертов, строительство «Альфа-Р» может быть завершено к 2002 году и обойдется примерно в 17,5 миллиардов долларов. «Это очень дешево, – отметил руководитель НАСА Даниэл Голдин. – Если бы мы работали одни, затраты были бы большими. А так, благодаря сотрудничеству с русскими, мы получаем не только политические, но и материальные выгоды...»

Именно финансы, точнее их недостаток, и заставили НАСА искать партнеров. Первоначальный проект – он назывался «Свобода» – был весьма грандиозен. Предполагалось, что на станции можно будет ремонтировать спутники и целые космические корабли, изучать функционирование человеческого организма при длительном пребывании в невесомости, вести астрономические исследования и даже наладить производство.

Привлекли американцев и уникальные методики, на которые были положены миллионы рублей и годы работы советских ученых и инженеров.

Поработав в одной «упряжке» с россиянами, они получили и достаточно полные представления о российских методиках, технологиях и т д., касающихся долговременных орбитальных станций. Трудно оценить, сколько миллиардов долларов они стоят.

Американцы изготовляют для станции научную лабораторию, жилой модуль, стыковочные блоки «Ноуд-1» и «Ноуд-2». Российская сторона разрабатывает и поставляет функционально-грузовой блок, универсальный стыковочный модуль, транспортные корабли снабжения, служебный модуль и ракету-носитель «Протон».

Большую часть работ выполняет Государственный космический научно-производственный центр имени М.В. Хруничева. Центральной частью станции станет функционально-грузовой блок, по размерам и основным элементам конструкции аналогичный модулям «Квант-2» и «Кристалл» станции «Мир». Его диаметр – 4 метра, длина – 13 метров, масса – более 19 тонн. Блок будет служить домом для космонавтов в начальный период сборки станции, а также для обеспечения ее электроэнергией от солнечных панелей и хранения запасов топлива для двигательных установок. Служебный модуль создан на основе центральной части разрабатывавшейся в 1980-е годы станции «Мир-2». В нем космонавты будут жить постоянно и проводить эксперименты.

Участники Европейского космического агентства разрабатывают лабораторию «Колумбус» и автоматический транспортный корабль под ракету-носитель «Ариан-5» Канада поставляет мобильную систему обслуживания, Япония – экспериментальный модуль.

Для сборки международной космической станции потребуется ориентировочно выполнить 28 полетов на американских космических кораблях типа «Спейс шаттл», 17 запусков российских ракет-носителей и один запуск «Ариана-5». Доставить экипажи и оборудование к станции должны 29 российских кораблей «Союз ТМ» и «Прогресс».

Общий внутренний объем станции после сборки ее на орбите составит 1217 квадратных метров, масса – 377 тонн, из которых 140 тонн – российские компоненты, 37 тонн – американские. Расчетное время работы международной станции – 15 лет.

По причине финансовых неурядиц, преследовавших Российское аэрокосмическое агентство, сооружение МКС выбилось из графика на целых два года. Но наконец 20 июля 1998 году с космодрома Байконур ракета-носитель «Протон» вывела на орбиту функциональный блок «Заря» – первый элемент международной космической станции. А 26 июля 2000 года с МКС соединилась наша «Звезда».

Этот день войдет в историю ее создания как один из важнейших. В Центре пилотируемых космических полетов имени Джонсона в Хьюстоне и в российском ЦУПе в городе Королёв стрелки на часах показывают разное время, но овации в них грянули одновременно.

До того времени МКС представляла собой набор безжизненных

строительных блоков, «Звезда» вдохнула в нее «душу»: на орбите появилась пригодная для жизни и длительной плодотворной работы научная лаборатория. Это принципиально новый этап грандиозного международного эксперимента, в котором участвуют 16 стран.

«Теперь открыты ворота для продолжения строительства Международной космической станции», – с удовлетворением заявил представитель НАСА Кайл Херринг. На данный момент МКС состоит из трех элементов – служебного модуля «Звезда» и функционального грузового блока «Заря», созданных Россией, а также стыковочного узла «Юнити», построенного США. С пристыковкой нового модуля станция не только заметно подросла, но и потяжелела, насколько это возможно в условиях невесомости, набрав в сумме около 60 тонн.

После этого на околоземной орбите оказался собран своего рода стержень, на который можно «нанизывать» все новые и новые элементы конструкции. «Звезда» – это краеугольный камень всего будущего космического сооружения, сопоставимого по размерам с городским кварталом. Ученые утверждают, что полностью смонтированная станция по яркости окажется в звездном небе третьим объектом – после Луны и Венеры. Ее можно будет наблюдать даже невооруженным взглядом.

Российский блок, обошедшийся в 340 миллионов долларов, представляет собой тот ключевой элемент, который обеспечивает переход количества в качество. «Звезда» – это «мозг» МКС. Российский модуль не только место проживания первых экипажей станции. «Звезда» несет в себе мощный центральный бортовой компьютер и аппаратуру для поддержания связи, систему жизнеобеспечения и двигательную установку, которая обеспечит ориентацию МКС и высоту орбиты. Впредь все прилетающие на «Шаттлах» экипажи во время работ на борту станции будут полагаться уже не на системы американского космического корабля, а на жизнеобеспечение самой МКС. И гарантирует это «Звезда».

«Стыковка российского модуля и станции происходила примерно на высоте 370 километров над поверхностью планеты, – пишет в журнале „Эхо планеты" Владимир Рогачев. – В этот момент космические аппараты мчались со скоростью около 27 тысяч километров в час. Проведенная операция заслужила наивысшие оценки экспертов, в очередной раз подтвердив надежность российской техники и высочайший профессионализм ее создателей. Как подчеркнул в беседе со мной по телефону находящийся в Хьюстоне представитель „Росавиакосмоса" Сергей Кулик, и американские, и российские специалисты прекрасно понимали, что являются свидетелями исторического события. Мой собеседник отметил также, что важный вклад в обеспечение стыковки внесли и специалисты Европейского космического агентства, создавшие центральный бортовой компьютер „Звезды".

Потом трубку взял Сергей Крикалев, которому в составе стартующего с Байконура в конце октября первого экипажа длительного пребывания

предстоит обживать МКС. Сергей отметил, что все находившиеся в Хьюстоне ожидали момента касания космических аппаратов с огромным напряжением. Тем более что после того, как включился автоматический режим стыковки, сделать «со стороны» можно было очень немногое. Свершившееся событие, пояснил космонавт, открывает перспективу для разворачивания работ на МКС и продолжения программы пилотируемых полетов. В сущности, это продолжение программы «Союз» – «Аполлон», 25-летие завершения которой отмечается в эти дни. Русские уже летали на «Шаттле», американцы – на «Мире», теперь наступает новый этап».

Мария Ивацевич, представляющая Научно-производственный космический центр имени М.В. Хруничева, особо отметила, что выполненная без каких-либо сбоев и замечаний стыковка «стала серьезнейшим, узловым этапом программы».

Итог подвел командир первой запланированной долговременной экспедиции на МКС американец Уильям Шеппард. «Очевидно, что факел соревнования теперь перешел от России к США и остальным партнерам международного проекта, – сказал он. – Мы готовы принять эту нагрузку, понимая, что от нас зависит поддержание графика строительства станции».

В марте 2001 года МКС едва не пострадала от удара в нее космического мусора. Примечательно, что ее могла протаранить деталь с самой же станции, которая была утеряна во время выхода в открытый космос астронавтов Джеймса Восса и Сьюзен Хелмс. В результате маневра МКС удалось уклониться от столкновения.

Для МКС это была уже не первая угроза, исходившая от летающего в космическом пространстве мусора. В июне 1999 года, когда станция была еще необитаемой, возникла угроза ее столкновения с обломком верхней ступени космической ракеты. Тогда специалисты российского Центра управления полетами в городе Королёве успели дать команду на маневр. В результате обломок пролетел мимо на расстоянии 6,5 километров, что по космическим меркам мизер.

Теперь свое умение действовать в критической ситуации продемонстрировал американский Центр управления полетами в Хьюстоне. После получения информации из Центра слежения за космическим пространством о движении по орбите в непосредственной близости от МКС космического мусора хьюстонские специалисты сразу же дали команду на включение двигателей пристыкованного к МКС корабля «Дискавери». В результате орбита станции была поднята на четыре километра.

Если бы маневр произвести не удалось, то летевшая деталь могла в случае столкновения повредить прежде всего солнечные батареи станции. Корпус МКС такой осколок пробить не может: каждый из ее модулей надежно прикрыт противометеоритной защитой.

Космодромы

Ракета-носитель с очередным спутником Земли или космическим кораблем стартует с космодрома. Космодром – очень сложное, многоплановое сооружение, с большим количеством сложных технических устройств.

Стартовые площадки для запуска ракет должны непременно находиться в безлюдной местности, где опасность для населения при несчастном случае минимальна. Есть и научно обоснованные причины для выбора места вблизи экватора: скорость вращения Земли вокруг своей оси здесь наиболее высока. Ракета, стартовавшая возле экватора в направлении вращения Земли (на восток), начинает свой полет с дополнительной скоростью вращения Земли в этой точке. Это преимущество используется при расчете мощности ракет.

Обычно космодромы занимают довольно большую территорию. Место для строительства космодрома выбирается с учетом многих, часто противоречивых, условий. Космодром должен быть достаточно удален от крупных населенных пунктов – ведь отработанные ракетные ступени вскоре после старта падают на землю. Трассы ракет не должны препятствовать воздушным сообщениям, и в то же время нужно проложить их так, чтобы они проходили над всеми наземными пунктами радиосвязи. Учитывается при выборе места и климат. Сильные ветры, высокая влажность, резкие перепады температур могут значительно усложнить работу космодрома.

Каждая страна решает эти вопросы в соответствии со своими природными и другими условиями. Так, советский космодром Байконур расположен в полупустыне Казахстана, первый французский космодром был построен в Сахаре, американский – на полуострове Флорида, а итальянцы создали у берегов Кении плавучий космодром.

Первым космодромом стал знаменитый Капустин Яр в Астраханской области. Созданный в 1946—1947 годах, он первоначально был испытательным полигоном советской ракетно-космической техники. С него была запущена первая советская экспериментальная баллистическая ракета дальнего действия. В 1948—1956 годах в Капустином Яру испытывались многие советские геофизические и баллистические ракеты. Этими работами руководил С.П. Королёв. Опыт создания и эксплуатации полигона в Капустином Яру был использован при строительстве космодрома Плесецк и главной советской космической гавани – Байконура.

На космодроме Капустин Яр имеются стартовые комплексы для запуска вертикально стартующих геофизических и научно-исследовательских ракет и искусственных спутников Земли. Здесь развернуты технические позиции, измерительные пункты, оснащенные радиотехническими системами слежения за полетом ракет-носителей на активном участке траектории.

С 1964 года отсюда уходили в небо многие спутники серии «Космос». А в октябре 1969 года Капустин Яр стал международным космодромом – был запущен первый спутник «Интеркосмос». Отсюда же ушли для работы на околоземных орбитах индийские спутники «Ариабхата» и «Бхаскара»,

французский искусственный спутник Земли «Снег-3» и другие космические аппараты.

В монтажно-испытательных корпусах космодрома готовят к старту ракеты-носители и космические аппараты. Из монтажно-испытательных корпусов ракеты с установленными на них аппаратами перевозятся на одну из стартовых позиций. Медленно движется железнодорожный транспортер-установщик. Ракета лежит на подъемной стреле, шарнирно закрепленной на платформе транспортера. Поезд приближается к массивной железобетонной громаде – стартовой позиции космодрома. Здесь ракета с космическим аппаратом мощными гидравлическими подъемниками устанавливается в вертикальное положение на стартовой площадке, где она попадает в прочные «объятия» опорных ферм в ожидании пуска. На старте в Капустином Яру технология другая. Здесь на стартовый стол вначале устанавливали первую ступень, а затем на нее устанавливали вторую ступень с пристыкованным искусственным спутником.

В начале 1955 года было принято решение о строительстве космодрома Байконур. Его начали строить в Казахстане, к востоку от Аральского моря, в пустынном малолюдном краю. С огромным энтузиазмом, преодолевая колоссальные трудности, работали тысячи людей.

В пустыне в кратчайшие сроки появились железная и автомобильная дороги, первый стартовый комплекс, первый монтажно-испытательный корпус. Было смонтировано стартовое, заправочное, транспортно-установочное, вспомогательное оборудование.

Сейчас космодром раскинулся на многие десятки километров. Он включает в себя несколько больших стартовых комплексов и многочисленные технические позиции. С одних, более старых, с которых уходили в небо еще корабли «Восток», регулярно стартуют космические корабли типа «Союз» и грузовые «Прогрессы». Другие предназначались для мощных ракет-носителей «Протон» с космическими орбитальными станциями. Самые последние грандиозные стартовые комплексы – для могучей ракеты «Энергия». С Байконура стартовали и спутники серии «Космос», и межпланетные автоматические аппараты «Луна», «Венера», «Марс», и связные спутники «Молния», и спутники службы погоды, и многие другие.

Чтобы лучше представить себе устройство космодрома, рассмотрим наземный комплекс «Союза». Ракета-носитель и космический корабль доставляются на космодром в виде отдельных блоков. Их сборка проходит на технической позиции в монтажно-испытательном корпусе. Это здание длиной более ста и шириной пятьдесят метров, высотой с семиэтажный дом. Ракета собирается в горизонтальном положении, там же к ней пристыковываются космический корабль, обтекатель, система аварийного спасения. В корпусе одновременно можно производить сборку нескольких ракет-носителей и космических аппаратов.

В монтажно-испытательном корпусе много оборудования для их сборки,

испытаний, транспортировки и хранения. На технической позиции находятся также заправочная станция космических аппаратов, зарядно-аккумуляторная станция, компрессорная станция и много других устройств и сооружений.

Именно в монтажно-испытательном корпусе ракета-носитель приобретает хорошо знакомый нам по экранам телевизоров и фотографиям вид. К центральному блоку ракеты – ее второй ступени – на сборочном стапеле присоединяются 4 боковых конусообразных блока, образующих первую ступень ракеты-носителя «Союз» А параллельно тщательно испытанный и проверенный с использованием барокамер и имитаторов космического пространства корабль заправляют компонентами топлива и сжатыми газами, стыкуют с третьей ступенью ракеты-носителя и закрывают обтекателем.

На транспортно-установочном агрегате соединяют в одно целое оба собранных блока: блок первой и второй ступеней и блок третьей ступени – с космическим аппаратом.

По железнодорожной ветке ракета-носитель с кораблем доставляется на стартовую позицию. Здесь она устанавливается на прочное железобетонное сооружение. Непосредственно под ракетой – большой проем, окно, переходящее в просторный газоход, по нему отводится мощный поток газов от двигателей ракеты после их включения. Ракета до старта, по существу, висит над этим просветом – она удерживается четырьмя опорными фермами. Когда они сведены, она опирается на силовое кольцо, образуемое сегментами на опорных фермах, масса ракеты давит вниз, держит силовое кольцо в замкнутом состоянии Когда двигатели, набрав тягу, начинают поднимать ракету, она перестает давить на кольцо, и фермы под влиянием своих противовесов раскрываются, подобно бутону цветка, пропуская ракету ввысь. Кроме опорных ферм, при подготовке к старту к ракете-носителю примыкают две фермы с несколькими полукольцевыми площадками-балконами на разной высоте. Фермы имеют грузовые и пассажирские лифты, с них ведутся подготовка, обслуживание и контроль различных систем перед пуском.

К ракете примыкают еще и кабель-мачты, через которые подведены различные коммуникации, необходимые для предстартовой подготовки. Конечно, есть еще очень много и других сооружений и устройств – стационарные системы заправки компонентами топлива для ракеты, снабжения сжатым газом, противопожарные системы, системы дистанционного управления, системы связи, наблюдения и т д. После установки доставленной из монтажно-испытательного корпуса ракеты-носителя вертикально на стартовой площадке проводятся предстартовые комплексные испытания ракеты-носителя и космического аппарата, производится заправка топливом. С помощью системы телеметрического контроля проверяются все параметры комплекса. По команде «Пуск» продуваются азотом коммуникации подачи топлива в двигатели ракеты, закрываются дренажные клапаны баков, запускаются турбонасосные агрегаты подачи топлива и включаются бортовые системы управления. Отводятся кабель-мачты. Горючее и окислитель

поступают в камеры сгорания двигателей ракеты-носителя, и топливо воспламеняется пиротехническими устройствами. В проем и газоход устремляется водопад огня, и могучий грохот разносится по степи. Когда двигатели набирают нужную тягу, раздвигаются «объятия» опорных ферм и ракета-носитель, опираясь на огненный столб, устремляется в небо. А на острие ракеты, над морем огня, в тесной кабине космического корабля находятся космонавты… Зрелище старта никого не оставляет равнодушным.

В первые десятки секунд после старта полет контролируется средствами командно-измерительного комплекса космодрома. После выхода космического корабля на орбиту эти функции передаются Центру управления полетом.

Самый известный зарубежный космодром находится в США на мысе Канаверал во Флориде. Отсюда взял старт на Луну американский космический корабль «Аполлон-11». Космический центр, или космодром, носит имя президента – Джона Кеннеди, принявшего решение о полете американцев на Луну. На мысе Канаверал находится база военно-воздушных сил США, в мае 1949 года она стала испытательной площадкой для военных ракет. Это болотистая и пустынная местность невдалеке от моря. В 1962 году, когда программа исследования Луны оказалась на повестке дня, Национальное управление по аэронавтике и исследованию космического пространства заняло участок земли в 55600 гектаров на острове Меррит. Именно тут был заложен космодром Кеннеди. Осуществление программы «Аполлон» длилось одиннадцать лет, с октября 1961 года по октябрь 1972 года, и все ракеты стартовали с острова Меррит. За это время космонавты шесть раз успешно высаживались на Луне. А позже внимание всего мира к этому месту привлекла разработка программы «Шаттл».

Космодром Кеннеди открыт для туристов. Правда, большая часть экскурсий проводится из автобуса, но все равно удивительно, что сюда вообще можно попасть. Особый интерес представляет музей, где можно увидеть ракеты, которые облетели тысячи километров вокруг Земли и вернулись на нее вновь. История космических исследований замечательно представлена здесь в документах и иллюстрациях, к тому же посетители могут посмотреть на сами стартовые площадки. Среди них и та, что была сооружена специально для космических кораблей «Шаттл». Интересно также здание сборочного комплекса, где шла подготовка к полетам «Аполлона». Комплекс функционирует и до сих пор, его здание занимает площадь почти в три гектара при высоте 160 метров.

Когда корабли отправляются в космос, космодром, конечно, закрывается. Но атмосферу, напряжение всех сил перед стартом передают документальные кадры. На них запечатлены и тренировки космонавтов, и старт ракеты, причем проекция дается на огромном экране, чтобы у зрителей создалось адекватное впечатление об этих минутах.

Морской старт

Главная причина, приведшая к созданию плавучего плацдарма – это безусловная выгода при выводе космических объектов на так называемую геостационарную орбиту. На ней, расположенной в плоскости экватора на расстоянии около 36000 километров от поверхности Земли, размещают обычно спутники связи.

Запуск с экватора позволяет не только обойтись без сверхэнергоемких маневров для поворота плоскости орбиты спутника, но и использовать при пуске ракеты-носителя дополнительный прирост скорости за счет вращения Земли. Таким образом, при той же мощности можно вывести гораздо больший полезный груз.

Но нет ни одной страны, расположенной на экваторе, где можно было бы обеспечить столь необходимую для космических запусков стабильность – сейсмическую, климатическую и политическую. Отсюда возникла идея создания плавающего, то есть передвижного, космодрома.

Интересно, что проект морского старта дважды обсуждался еще в СССР. Что неудивительно – Байконур слишком далеко от экватора, в результате чего тот же «Протон» выводит на геостационарную орбиту только 1800 килограммов, тогда как на траекторию к Марсу – около пяти тонн! Однако в итоге проект отвергли как фантастический.

Снова РКК «Энергия» заинтересовалась им, когда ученые начали обдумывать способ выброса в дальний космос радиоактивных отходов. Для этого стала прорабатываться концепция переделки супертанкера в стартовую площадку. В итоге концепция превратилась в одно из самых дерзких инженерных свершений конца XX столетия.

Для осуществления замысла «Морского старта» был создан международный консорциум в составе США, России, Норвегии и Украины. Координация работ была возложена на американскую аэрокосмическую компанию «Боинг». Она же оборудовала всем необходимым порт основного базирования плавучего космодрома в Лонг-Биче. Кроме того, она произвела обтекатели для запускаемых аппаратов. Также «Боинг» обеспечил их сопряжение в единую космическую головную часть, которая, в свою очередь, затем была состыкована с ракетой-носителем.

Главный представитель России в проекте «Морской старт» – ракетно-космическая корпорация «Энергия» им. С.П. Королёва. На нее возложили задачу производства верхней (в данном случае – третьей) ступени носителя, непосредственно выводящую спутник на требуемую орбиту. Этот разгонный блок хорошо себя зарекомендовал в качестве четвертой ступени ракеты «Протон» для запуска межпланетных станций и тех же спутников связи. Для «Морского старта» его, конечно, пришлось доработать. Впрочем, доработке подверглись и прочие составляющие этого международного комплекса.

Корпорация «Энергия» также разработала автоматизированные системы управления подготовкой, пуском и полетом ракеты и измерительный

комплекс. Корпорация же координирует создание и монтаж ракетного оборудования в целом.

Кроме «Энергии» в проекте «Морской старт» участвуют КБ транспортного машиностроения, НПО автоматики и приборостроения, НПО «Криогенмаш», КБ транспортно-химического машиностроения, завод «Атоммаш», завод «Арсенал» и другие.

Всем, что связано непосредственно с морской частью проекта, занимается крупнейшая в мире норвежская морская корпорация «Квернер». На принадлежащей ей в шотландском городе Глазго верфи «Квернер-Говен» построено СКС – сборочно-командное судно «Си Лонч Коммандер». Его длина – 203 метра, ширина – 33 метра, водоизмещение – около 30000 тонн. На СКС расположен цех-ангар для сборки ракеты, комплекс автоматизированных систем управления подготовкой и пуском, командный пункт управления полетом и другими системами.

От Украины участие в проекте приняли известное конструкторское бюро «Южное» и днепропетровский завод «Южмаш». Там еще в начале 1980-х годов была создана ступенчатая ракета-носитель «Зенит». Главные ее достоинства помимо хороших энергетических характеристик – это высокая экологичность. А экологии уделяется большое внимание в этом проекте. В случае загрязнения океана само осуществление его ставилось под сомнение. В «Зените» используют экологически безвредные компоненты топлива: керосин и жидкий кислород.

Платформу – плавучую стартовую площадку – из Глазго по морю транспортировали в Выборг. Здесь на местном судостроительном заводе смонтировали стартовое оборудование. Для этого использовали гигантский катамаран «Одиссей», построенный несколько лет назад для разработки нефтяных месторождений в море. Водоизмещение этой платформы на ходу – 27,5 тысяч тонн, а в полузатопленном состоянии (перед стартом) – 46 тысяч тонн.

«На сборочно-командном судне нам надо было смонтировать и испытать свыше 1000 тонн механического, заправочного, электротехнического и другого оборудования, необходимого для сборки ракет „Зенит“, их автоматизированной подготовки к старту и управления полетом, – вспоминает заместитель генерального конструктора РКК „Энергия“ и руководитель ее научно-технического центра Валерий Алиев. – На саму же платформу предстояло смонтировать три тысячи тонн сложного стартового оборудования. Порой приходилось работать по 14-15 часов в сутки, корабелы сумели очень многое сделать уже у достроечной стенки. Пришлось кое-что даже доделывать в пути.

На верхней палубе платформы расположен ангар для размещения ракеты, ниже находится оборудование для заправки керосином и жидким кислородом. При старте ракеты огненная струя из сопел двигателей попадает прямо в воду, для чего стартовый стол вывешен за кормой.

После того как сборочно-командное судно и стартовая платформа были полностью оснащены и прошли предварительные испытания на Балтике, их отправили своим ходом в Тихий океан – к западному побережью США. Руководство консорциума отказалось от первоначального плана вести ее вокруг мыса Горн или мыса Доброй Надежды. «Одиссей» отправился через Гибралтар, Суэцкий канал, Сингапур. На борт СКС в Петербурге погрузили два комплекта ракет «Зенит» и два разгонных блока РКК «Энергия», необходимых для вывода спутников на геостационарную орбиту.

Лоцманы были непреклонны: только полное безветрие и штиль. В любую другую погоду они не гарантировали, что гигантский стальной остров, а его высота – 58, длина – 133, ширина – 67 метров, впишется в узкие габариты канала, проходящего по шхерам Выборгского залива.

В итоге платформа благополучно прибыла в калифорнийский город Лонг-Бич, где неподалеку расположены фирмы-производители спутников. Здесь разместилась основная база «Морского старта». Там плавсредства должны заправляться топливом, туда же станут прибывать в разобранном виде ракеты-носители. В дальнейшем их собирают на борту командного судна, а затем перегружают в ангар платформы. В нем, при постоянном контроле условий хранения, ракета находиться в рейсе до места старта.

Для пусков выбрали место примерно на 152-м градусе западной долготы, к югу от Гавайских островов. Согласно статистическим данным, за полтора века этот участок Тихого океана считается специалистами наиболее спокойным.

По прибытии к месту старта платформу при помощи балласта заглубили на 21 метр, чтобы придать дополнительную устойчивость. Теперь на нее не действуют никакие мыслимые волны. Точность положения комплекса поддерживается системой динамического позиционирования. После стабилизации платформы из ее ангара вывозится и устанавливается вертикально ракета-носитель с укрепленным на ней спутником. Выполняет эту операцию автоматизированный транспортер-подъемник, управление которым, как и всеми последующими действиями, ведется с командного судна. Туда же заранее переходит и экипаж платформы, дополнив собою его собственную команду из 230 человек».

«Эта гигантская платформа на больших понтонах на волны совершенно не реагирует, – рассказал руководитель ракетно-космической корпорации „Энергия" имени С.П. Королёва Юрий Семенов. – Кроме того, возможность дистанционной подготовки к пуску повышает его безопасность. А старт из пустынной части океана позволяет не беспокоиться, что кому-нибудь на дом упадут отработавшие свое первые ступени ракеты-носителя… Получилось так, что один из самых сложных космических проектов конца XX века – чисто коммерческий, он не использует государственных средств. Финансирование осуществляется из средств самих партнеров, а также за счет кредитов банков.

Экваториальное расположение «Морского старта» позволяет «Зениту» выводить спутники значительно более тяжелые, нежели при старте с

Байконура, что существенно удешевляет запуски. Поэтому «Си Лонч» продекларировала цены за запуск на 30-40 миллионов долларов ниже по сравнению с использованием европейской ракеты «Ариан-4», что сразу привлекло внимание заказчиков. Довольно быстро у фирмы «Боинг», которая в «Морском старте» занимается маркетингом, сформировался портфель заказов на тридцать запусков. Это ускорит окупаемость проекта.

Россия уже получила реальную выгоду. Ведь четыре года около тридцати тысяч человек работали для «Морского старта», причем зарплату получали сотрудники предприятий самых бедствующих наших отраслей. Рабочие места даст и продолжение поставок ракет. РКК «Энергия» подготовила четыреста человек для обслуживания «Морского старта» – двойной экипаж с запасом.

В марте 1999 года состоялся первый испытательный пуск ракетно-космической системы «Морской старт». Запуском демонстрационного макета была доказана практическая возможность вывода коммерческих спутников с экватора».

У президента РКК «Энергия» Юрия Семенова есть мечта – создать сугубо российский «Морской старт». Все наши судостроительные верфи наперебой предлагают свои услуги и готовы заменить норвежцев. И технически такой проект вполне выполним в России. Вот только бы деньги нашлись…

Электромагнитный двигатель

На состоявшейся 16 января 2001 года пресс-конференции в Доме журналиста группа российских конструкторов заявила, что у них есть чертежи и готовые модели уникального электромагнитного двигателя, которому не нужно топливо, поскольку движущую силу он черпает из взаимодействия с магнитным полем Земли. Если станцию «Мир» переведут не на низкую, как задумано, а на более высокую орбиту, то за появляющийся в результате этого маневра полугодовой запас времени конструкторы смогут «за сотню миллионов рублей сделать столько двигателей, сколько нужно для вечного удержания станции на орбите».

Околоземные аппараты, которые летают на самом деле не в открытом космосе, а в верхних слоях атмосферы, из-за сопротивления разреженного воздуха теряют свою скорость и падают на Землю. Чтобы поддерживать их орбиту, нужно постоянно доставлять туда топливо. Для станции «Мир» это означает запуск раз в два месяца транспортного корабля. Проводить такое количество запусков страна давно уже не в состоянии. С другой стороны, Россия связана государственными обязательствами по совместному с США строительству Международной космической станции.

Благодаря электромагнитному двигателю появилась реальная техническая возможность не топить орбитальную космическую станцию «Мир». Реальная скорость деградации материалов «Мира» оказалась значительно меньше

расчетной. Специалисты из РКК «Энергия» смело могли продлить ресурс станции еще на 3-4 года. Можно было заменить и электронику. Однако все эти доводы упирались в главное – в стране нет денег на регулярные «грузовики» с топливом.

Однако еще летом 2000 года в РКК «Энергия» был подан проект электромагнитного двигателя от конструктора Алексея Ланюка. Согласно его расчетам, движок способен создать силу тяги, которая компенсировала бы торможение станции из-за сопротивления атмосферы. Вскоре на рассмотрение пришел аналогичный проект от конструктора из НИИ электромеханики Рудольфа Бихмана и тоже затерялся где-то в столах чиновников от космонавтики.

Ланюк и Бихман предлагали двигатель, который создает тягу за счет преобразования электротока, получаемого с солнечных батарей космического корабля, в направленное магнитное поле. Такого двигателя еще не было ни в космосе, ни на земле, ни у нас, ни у американцев.

Для ведущего научного сотрудника НИИ электромеханики Рудольфа Бихмана управление космическими аппаратами является его основной специальностью. Ведь НИИ электромеханики – участник программы создания метеорологических спутников серии «Метеор».

Как пишет в газете «Коммерсант» Иван Шварц: «Схема работы двигателя станет понятна каждому, кто способен вспомнить школьный курс физики. Вокруг Земли существует постоянное магнитное поле. В полном соответствии с теорией на изолированный разомкнутый проводник с током в магнитном поле действует сила (сила Ампера, направление которой определяется правилом левой руки). Но изолированных разомкнутых проводников в природе не существует. Существуют только замкнутые проводники (контуры), на половинки которых действуют взаимно уравновешивающие силы. Поэтому считается, что замкнутый проводник в магнитном поле не может создать линейной силы (тяги). Однако ситуация может измениться, если внести в эту схему некоторые важные изменения. Во всяком случае, так считает изобретатель Бихман.

Основная идея изобретения состоит в следующем: чтобы создать нужную тягу, необходимо изолировать одну половинку замкнутого проводника (контура) от магнитного поля. В этом случае на одну часть проводника (неизолированную от магнитного поля Земли) будет действовать сила Ампера, а в изолированной от магнитного поля половине никакой силы не возникнет. Таким образом, одна из двух сил останется неуравновешенной – она-то и создаст тягу. Для создания тяги на спутнике достаточно разместить замкнутый проводник, одна половинка которого будет изолирована от магнитного поля Земли. Пропуская через проводник электрический ток, можно создать такую же силу (тягу), какую создают обычные ракетные двигатели. Только если время работы обычного ракетного двигателя ограничено запасом топлива, то новый электрический двигатель может работать сколь угодно долго, была бы

только электроэнергия и внешнее магнитное поле. Запас электроэнергии можно всегда пополнить от солнечных батарей, ну а уж бесплатного магнитного поля Земли на наш век хватит.

Тяга у такого двигателя небольшая, но в космосе большего и не требуется. Для изменения орбиты спутника достаточно очень маленькой тяги, лишь бы двигатель мог ее создавать в течение длительного времени – порядка часов и суток».

Еще в 1999 году Рудольфу Бихману удалось официально зарегистрировать свое изобретение. Революционная идея нового космического двигателя не вызвала большого энтузиазма у коллег. Напротив, вызвала большие сомнения, поскольку в учебниках написано, что замкнутый контур в магнитном поле силу создать не может. А раз так, то о каком двигателе можно говорить. Кроме того, смущает простота: моток проволоки, половина которого упрятана в непрозрачную для магнитного поля трубку. Почему, если все так просто, его не изобрели гораздо раньше, говорят скептики.

Недоверие коллег, однако, совсем не смущает Бихмана. «Когда я первым сделал систему ориентации для спутников „Метеор" с использованием замкнутых контуров с током, – говорит он, – то все специалисты тоже говорили – ничего не выйдет. А сейчас это серийные двигатели, и они летают в космосе уже тридцать лет».

Для убеждения неверующих Рудольф Бихман соорудил демонстрационную установку. Эксперимент доказал его правоту. «Действующую модель двигателя экспериментаторы подвесили на проволоке как маятник и замеряли амплитуду колебаний, – пишет Шварц. – Если амплитуда увеличивается, значит, двигатель создал тягу вдоль вектора скорости. Если же амплитуда колебаний уменьшается, значит, двигатель создает тягу против скорости. Эксперимент показал наличие тяги, которая к тому же изменялась при изменении направления тока. О чем и был составлен протокол.

В этом опыте двигатель с потребляемой мощностью 90 ватт и массой 10 килограммов создавал силу около 5 граммов. Для сравнения: существующие отечественные электроракетные двигатели с тягой 15 граммов имеют массу 40 килограммов, потребляют мощность 450 ватт и, главное, расходуют невосполнимый запас рабочего тела в темпе 70 миллиграммов в секунду. Время непрерывной работы такого традиционного двигателя – всего несколько месяцев».

Коллеги Бихмана, присутствовавшие при опыте, старший научный сотрудник Алла Куриленко и ведущий научный сотрудник Павел Олейник подтвердили, что «принимали участие в испытаниях макетного образца двигателя, и с удивлением констатировали наличие развиваемой двигателем линейной силы за счет взаимодействия с магнитным полем Земли».

Тем не менее осторожное отношение начальства к изобретению Рудольфа Бихмана не изменилось. Его можно понять – не каждый день делаются «изобретения века», да еще совершенно индивидуально и в инициативном

порядке. Скорее всего так и будет, пока работоспособность двигателя не подтвердится многократно и он не пройдет испытания уже в реальном полете.

«Мир» все же утопили. Но, в конце концов, предложенный двигатель может оказаться суперполезным для других космических аппаратов.

ВООРУЖЕНИЕ

Автомат Калашникова

В 1997 году весь мир отмечал необычный юбилей – пятидесятилетие автомата Калашникова. Автоматы этой системы состоят на вооружении в армиях 55 государств, выпускаются промышленностью 12 стран. В ряде государств производятся собственные образцы этого автомата.

Число же партизанских формирований, использующих автомат Калашникова в разных уголках земного шара, не поддается учету. Такой популярности не знала ни одна модель стрелкового оружия, за исключением, пожалуй, магазинной винтовки Маузера.

Михаил Тимофеевич Калашников родился в 1919 году в селе Курья (ныне Алтайский край). В 1938 году его призвали в Красную армию, где он стал механиком-водителем танка. На службе впервые проявились способности будущего конструктора: в 1940 году он создал прибор учета моторесурсов танка. Осенью следующего, 1941 года Калашников, направленный после тяжелого ранения на лечение в тыл, разработал проект пистолета-пулемета. Изобретателя откомандировали на научно-испытательный полигон стрелкового и минометного оружия. Так началась его профессиональная конструкторская деятельность.

После принятия в 1943 году на вооружение 7,62-миллиметрового промежуточного патрона конструкции Н.М. Елизарова и Б.В. Семина началась разработка новой системы стрелкового вооружения под этот патрон. Для замены пистолетов-пулеметов было создано новое индивидуальное автоматическое оружие – автомат со сменным магазином и переключателем режимов огня. Магазинный карабин должен был сменить самозарядный карабин с постоянным магазином, а ручной пулемет винтовочного калибра – облегченный ручной пулемет с магазинным или ленточным питанием. Работы над автоматом были начаты А.И. Судаевым, создавшим в 1944 году ряд оригинальных конструкций, затем подключились другие конструкторы. В 1946 году представил свой образец конструктор Михаил Калашников. Разработанный им автомат успешно выдержал испытания и превзошел по совокупности показателей конструкции В.А. Дегтярева, С.Г. Симонова, Н.В. Рукавишникова, К.А. Барышева и других. В конце 1940-х годов автомат был принят на вооружение под обозначением АК-47 (автомат Калашникова образца 1947 года), или просто АК.

В своей книге «От чужого порога до Спасских ворот» Михаил Тимофеевич Калашников так пишет о том времени:

«Первую партию АК-47 в Ижевске изготовил мотозавод. Теперь всю документацию передали на машиностроительный, начавший выпускать оружие еще в начале прошлого века, он тогда так и назывался: Ижевский оружейный…

…Потихоньку собиралась команда, о которой я так тогда мечтал. Сколько бы можно сказать о каждом! Вдохновенный, не побоюсь этого слова, Володя Крупин, Владимир Васильевич, блестящий инженер, часто зажигавший даже тех, кто давно и, казалось, безнадежно «отсырел»; самовитый – часто мы его тогда и в «кондовости» обвиняли – Алексей Дмитриевич Крякушин, у которого на все было собственное мнение, отстаивал он его с необычайной истовостью; пришедший чуть позже Валерий Александрович Харьков, наша «ходячая энциклопедия»; неторопливый, обстоятельный и надежный Виталий Николаевич Пушин. Иногда ловишь себя на том, что грех книгу так густо «заселять» героями тех теперь уже достаточно давних дней… Неужели опять, думаешь, надо тесниться, как в рабочем общежитии, как при заводской гостиничке, как в крошечных квартирках, иметь которые было – верх счастья и верх удачи…

…И бывало, все вместе оставались за полночь, но часто я отправлял всех пораньше, и тогда вновь компанию мне составлял бронзовый Андрей Федорович Дерябин… Садился на краю набережной, если дело бывало летом, подолгу глядел на водную гладь, под которой покоился двуглавый орел, снятый с башни над заводским корпусом и торжественно утопленный революционными рабочими в 19-м году.

…Мне представлялось, как из заводских ворот, четко отбивая шаг, появится дивизия, пойдет, отмахивая правой, мимо высокого постамента с бронзовым Дерябиным, и на плече у каждого солдата будет отливать вороненой сталью АК-47… И Дерябин первый примет этот никому другому невидимый парад…

…Осталась позади доработка АК-47 по замечаниям, полученным во время войсковых испытаний. Далось это нелегко и часто не потому, что мы не могли найти решений технических. Бывало, кое-кто из слишком осторожных специалистов не разрешал экспериментировать с тем, что было уже «решено и подписано». И тогда своего приходилось добиваться не только убеждением и настойчивостью, но, случалось, и хитростью.

Наши труды увенчались успехом – слаженный коллектив старейшего оружейного завода в сжатые сроки начал выпуск автоматов АК-47 на высоком, по тому времени, техническом уровне.

В начале 1949 года за свой труд я получил Сталинскую премию. Узнал об этом из газеты. Я и сейчас хорошо помню, с каким волнением читал эти строки: «Сталинская премия первой степени присуждается старшему сержанту Калашникову Михаилу Тимофеевичу за разработку образца вооружения». Такой же премии были удостоены и работы моих коллег-оружейников.

Дегтярева и Симонова – за новые образцы стрелкового оружия.

На меня обрушился поток поздравлений – от родственников, друзей, товарищей по работе, коллег. Многих удивляла молодость и малый чин конструктора, удостоенного столь высокой награды. Радость мою разделили все те, кто помогал мне, кто болел за меня, кто «участвовал в становлении конструктора-оружейника». Премия моя была признанием не только моего труда, но и их тоже. Все это говорило о том, что под многолетним трудом подведена определенная черта. Теперь передо мной уже не ставился вопрос: «Что дальше? Как дальше?» Дорога была ясна.

В том же году было оформлено мое увольнение в запас.

Ижевск стал постоянным местом жительства для всей моей семьи. Смена мест проживания была для меня раньше просто сменой комнат в гостиницах или общежитиях. А теперь мне надо было перевозить на новое место и всю свою семью, до этого жившую на подмосковном полигоне, надо обзаводиться домом и хозяйством: в то время у нас было уже две дочери. Жена взяла на себя все заботы по обустройству на новом месте. На ее же плечи легли все заботы по воспитанию детей, по хозяйству, так как я до глубокой ночи пропадал на работе, захваченный новыми проблемами».

Тщательный расчет, сравнительная простота и своеобразное изящество схемы с широким применением принципа многофункциональности деталей обусловили высокую надежность оружия в любых условиях. Немало способствовал этому тщательный подбор материалов, в частности, оружейной стали для изготовления ствола и наиболее ответственных деталей оружия. Живучесть ствола автомата составляет 15-18 тысяч выстрелов. Автомат компактен, удобен при стрельбе и переноске. Немаловажное значение имеет простота разборки автомата и ухода за ним.

Автоматика АК действует за счет отвода пороховых газов через боковое отверстие в стенке канала ствола. Газовый поршень со штоком жестко связан с затворной рамой. После отхода затворной рамы под действием давления газов на нужное расстояние отработанные газы выходят в атмосферу через отверстия в газовой трубке. Запирание канала ствола осуществляется поворотом затвора, при этом два боевых выступа затвора заходят в соответствующие пазы ствольной коробки. Поворот затвора производится скосом затворной рамы. Затворная рама является ведущим звеном автоматики: она задает направление движения подвижных частей, воспринимает большинство ударных нагрузок, в продольном канале затворной рамы помещена возвратная пружина.

Рукоятка перезаряжания расположена справа и выполнена заодно с затворной рамой. При отпирании затвора движущейся назад затворной рамой происходит предварительное смещение находящейся в патроннике гильзы. Это способствует сбросу давления в патроннике и предотвращает разрыв гильзы при последующем извлечении даже при очень сильном загрязнении патронника. Выброс стреляной гильзы вправо через окно ствольной коробки

обеспечивают установленный на затворе подпружиненный выбрасыватель и жесткий отражатель ствольной коробки. «Вывешенное» положение подвижных деталей в ствольной коробке со сравнительно большими зазорами обеспечило надежную работу системы при сильной загрязненности.

Ударный механизм – куркового типа с вращающимся на оси курком и П-образной боевой пружиной, выполненной из двойной витой проволоки. Спусковой механизм позволяет вести непрерывный и одиночный огонь.

Все детали автоматики и ударно-спускового механизма компактно собраны в ствольной коробке, играющей, таким образом, роль и затворной коробки, и корпуса ударно-спускового механизма. Первые партии АК-47 имели, в соответствии с заданием, штампованную ствольную коробку с вкладышем ствола из поковки. Однако технология не позволила тогда достичь требуемой жесткости коробки, и в серийном производстве холодную штамповку заменили фрезерованием коробки из цельной поковки, что вызвало увеличение веса оружия.

Автомат имеет традиционный секторный прицел с расположением прицельной колодки в средней части оружия и мушки у дульной части ствола на треугольном основании. Мушка, регулируемая по высоте, с боков укрыта «крыльями стойки», прицел насечен до 800 метров.

Для удобства удержания служат пистолетная рукоятка, цевье и ствольная накладка, изготовленные из дерева. АК-47 выпускался с постоянным деревянным или складным (вперед и вниз) металлическим (АКС-47 или АКС) прикладом. АКС поставлялся на вооружение воздушно-десантных и специальных войск. В процессе производства деревянные детали из березовых заготовок постепенно были заменены: приклад стали выполнять из фанерной плиты, ствольную накладку – из клееного шпона, пистолетную рукоятку – из пластмассы. Небольшая конструкторская группа Калашникова совместно с технологами Ижевского завода несколько снизила вес автомата за счет внедрения новых марок сталей.

К автомату примыкался плоский штык с длиной клинка 200 миллиметров и шириной 22 миллиметра.

Огонь из автомата может вестись пулями нескольких типов: обыкновенной, трассирующей, бронебойно-зажигательной и зажигательной. Магазин стальной, коробчатый, секторной формы с шахматным расположением 30 патронов.

В начале 1950-х годов началась разработка унифицированной системы стрелкового вооружения на базе единого образца. В качестве кандидатов на базовый образец рассматривались АК, СКС и РПД. Победителем вышла схема Калашникова. После принятия АКМ и РПК сформировалось 7,62-миллиметровое семейство оружия: на базе основных узлов и деталей изготавливались автоматы АКМ, АКМС, АКМН и АКМСН, ручные пулеметы РПК, РПКС, РПКН и РПКСН.

В начале 1970-х годов завершилась разработка 5,45-миллиметрового

патрона. Вскоре под него была создана новая модификация автомата – АК-74. Все деревянные части заменили пластмассовыми. Параллельно выпускался АКС-74 со складным металлическим прикладом треугольной формы. Чуть позже был сконструирован укороченный АКС-74У.

В начале 1990-х годов появилась новая модификация автомата – АК-74М. Позже на ее основе была разработана так называемая сотая серия автоматов – АК-101, – 102, – 103, – 105, – 106 – различных калибров. Модели охотничьих самозарядных карабинов «Сайга» и карабинов «Вепрь» созданы соответственно на основе АКМ и ручного пулемета Калашникова.

Главными производителями автоматов системы Калашникова стали Ижевский и Вятско-Полянский машиностроительные заводы.

Отличную репутацию АК снискал благодаря своей надежности, возможности стрелять практически в любых условиях, даже если автомат засорен песком или в него попала вода. Сейчас в мире появилось оружие более легкое, меткое, удобное по сравнению с автоматом АК – и все же не столь надежное. Не отличается оно и тем уникальным сочетанием высоких боевых качеств, простоты освоения и обслуживания, экономичной технологии производства, которое характерно для автомата Калашникова. Недаром военные говорят, что АК – это оружие, «созданное солдатом для солдат».

В 1995 году на вооружение Российской армии начали поступать новые автоматы – автоматы ижевского конструктора Никонова АН-94, или «Абакан». Именно этот автомат постепенно будет вытеснять из арсеналов некоторых частей всемирно известный «Калашников». Главное преимущество нового оружия – высокая точность стрельбы, кучность.

Внешне «Абакан» во многом похож на АК-74. Автомат Никонова стреляет стандартными патронами калибра 5,45 миллиметров (высота гильзы – 39 миллиметров).

«"Абакан" снаряжен знакомым, изогнутым вперед рожком магазина, „пистолетной" рукояткой, расположенной позади магазина, – пишет в журнале „Калейдоскоп" Вадим Пешков. – Но на этом явное сходство кончается. Конструктор Геннадий Никонов отказался от „калашниковской" открытой верхней газоотводной трубки; сделал оружие более современным по дизайну; ввел третий режим огня: „Абакан" может стрелять одиночными очередями по два выстрела и автоматически.

Двухпульная очередь «Абакана» объясняется, конечно, не столько стремлением к экономии боеприпасов, сколько сверхспособностью нового автомата выстреливать первые две пули со скоростью 1800 выстрелов в минуту и без отдачи (!). В этом, собственно, главный секрет конструкции. Короткими очередями можно точно бить в цель, даже не прижимая к плечу приклада. Кстати, после первых двух молниеносных пуль автомат переходит на другой режим скорострельности – на нормальный, «калашниковский», – 10 выстрелов в секунду.

В условиях современного боя, как показала практика, главная цель

малокалиберного автоматического оружия – поразить обнаруженного неприятеля с первого выстрела, а самому тотчас укрыться. Строчить некогда. Первые две-три пули из «никонова» полетят туда, куда прицелились. Хороший рядовой стрелок с «Абаканом» в руках превращается в настоящего снайпера. Дальнобойность АН-94 – 1000 метров.

Все, кто держал новый автомат в руках, утверждают, что он гораздо легче АК-74. При беспрерывной стрельбе по мишени демонстрирует высокую кучность. Тридцать пуль со ста метров ложатся рядом в круг диаметром 15 сантиметров. И выстрел автомата Никонова тише, чем АК-74. Для снайперского оружия это немаловажно (враг не должен слышать, откуда стреляют)».

Западные специалисты уже признали автомат Никонова одним из самых современных видов боевого индивидуального оружия, а западные конструкторы пытаются придать эффект «первых двух выстрелов без отдачи» новым натовским автоматам.

Вместе с тем «Абакан» более сложное по конструкции оружие. Возможно, его ждет судьба оружия специального назначения. Массовым оружием еще много лет будет оставаться АК-74. Хотя не исключено, что военные реформы в армии и ее сокращение подтолкнут военных к более быстрому перевооружению.

Помимо «Калашникова» и «никонова» есть еще один, о котором стоит рассказать – это автомат для подводной стрельбы Данилова. Первый в мире автомат для подводной стрельбы (АПС) был изобретен Владимиром Симоновым. Его приняли на вооружение в 1976 году. Тульский оружейный завод производит сегодня его небольшими партиями и продает в основном за рубеж.

«А между тем уже существует образец другого подводного оружия, – пишет в газете „Труд-7“ Ольга Филатова, – не известного даже многим специалистам, который существенно превосходит Симоновский АПС по всем параметрам: оружие двух сред – разработка никому не известного оружейника, доктора технических наук, профессора Тульского артиллерийского инженерного института Юрия Данилова.

Симоновский автомат предназначен исключительно для подводной стрельбы. На суше же он не выдерживает нагрузки мощного патрона и разрушается после двухсот выстрелов. А из автомата Данилова можно с равным успехом стрелять и в воде и в воздухе. Верхний предел живучести этого оружия – 15 тысяч выстрелов. Это показали полигонные испытания, которые недавно проводились в Санкт-Петербурге. Там же подтвердилось, что «стреляющий Данилов» по ряду параметров превосходит автомат Калашникова.

«Данилов» под водой стреляет специальными патронами-дротиками (26 патронов в магазине). На суше к нему присоединяется стандартный магазин «Калашникова». Причем смену магазина можно произвести под водой. Самое

главное в изобретении, как считает сам полковник Данилов, то, что конструкцию удалось избавить от газового пузыря, возникающего в результате выстрела и таким образом позволяющего обнаружить место, где скрывается водолаз-стрелок. Кроме того, в отличие от АПС, к которому невозможно присоединить какое-либо приспособление (просто нет никаких посадочных мест), автомат Данилова совместим с любой оптикой, можно даже прикрепить подствольный гранатомет, штык-нож, глушитель…»

Однако изобретение до сих пор не запущено в производство.

«Я неоднократно разговаривал с профессионалами, – говорит Данилов – Не хочу называть их фамилий. По их логике получается, что такого быть не должно, чтобы человек, не работая на оружейном производстве, занимался разработками.

Я доказал им, что мой автомат превосходит другие, и они были вынуждены согласиться с этим. Но свой образец они продают за границу, их организация живет за счет этого. Моя разработка как бы «переходит дорогу», поэтому у коллег и нет особого желания реально оценить мое изобретение».

Современные танки

Танки прошли сложный путь развития от тихоходных, неповоротливых и малонадежных конструкций до современных грозных боевых машин.

Гусеничная паровая машина, предназначенная для военных целей, была предложена французом Эдуардом Буйеном в 1874 году в его проекте бронированного вооруженного поезда, катящегося по подвижным повертывающимся рельсам. Проект предусматривал защиту толстой броней, экипаж – 200 человек и вооружение – 12 пушек и 4 пулемета. По расчетам изобретателя, такой поезд должен был двигаться по любой местности со скоростью до 10 километров в час при мощности двигателя всего в 20-40 лошадиных сил. Естественно, что столь высокие динамические качества машины Буйена не могли быть достигнуты на практике.

Первый зарубежный проект вездеходной бронированной боевой машины был разработан капитаном французской армии Левассером в 1903 году, но осуществлен не был.

В 1913 году поручик Гюнтер Бурштынь представил австрийскому военному министерству свой проект колесно-гусеничного танка. На проект была наложена резолюция «человек сошел с ума», и идеи изобретателя не были претворены в жизнь.

В России идея создания боевой бронированной машины обсуждалась еще в 1856 году, когда в Артиллерийское отделение Военно-ученого комитета поступило предложение некоего титулярного советника «Использование бронированных паровозов, движущихся по грунту». Однако оно было отклонено. С 1911 по 1916 год в военное ведомство России был подан целый

ряд проектов бронированных машин: «Боевая машина» и сверхтяжелый танк Менделеева, колесный танк Лебеденко, «Наземный броненосец» Демьянова, «Броненосный трактор» Казанского, «Земной броненосец», «Вездеход» Пороховщикова и другие, но по разным причинам они также не были реализованы.

В июле 1914 года началась Первая мировая война. А уже в октябре того же года секретарь Комитета имперской обороны Великобритании полковник Э. Суинтон, капитан Туллок и банкир Стерн подняли вопрос о строительстве самоходных «блиндированных фортов» – боевых гусеничных машин, способных передвигаться по пересеченной местности, через окопы, эскарпы, рвы и проволочные заграждения.

Практическое воплощение проекта было возложено на машиностроительную фирму Уильяма Фостера в Линкольне, и всего за сорок дней коллектив, возглавляемый инженерами У. Триттоном, В. Вильсоном и Г. Рикардо, создал на базе трактора «Холт» боевую машину, которую в шутку прозвали «Маленький Вилли», усмотрев в ней некоторое сходство с Вильсоном.

15 сентября 1915 года состоялись испытания новой машины. И хотя они прошли успешно, Суинтон заявил, что для боя «Вилли» пока не годится и еще рано думать о преодолении 4-метровых воронок – длина опорной поверхности его гусеницы должна быть на метр больше двойной ширины окопа, иначе машина завалится в него. Тогда-то у инженеров и родилась идея придать обводу гусеницы форму параллелограмма, а для увеличения высоты зацепа и, следовательно, преодолеваемого вертикального препятствия верхнюю ветвь пустить поверх корпуса. Вооружение решили размещать в съемных бортовых спонсонах, что позволяло понизить центр тяжести машины, а при необходимости получать габарит, допускающий перевозку по железной дороге.

В ноябре 1915 года фирма приступила к изготовлению новой машины. 12 февраля 1916 года состоялись официальные испытания машины, получившей название «Большой Вилли». Она хорошо преодолевала препятствия, однако жутко грохотала, оказалась малоподвижной и непрочной. Тем не менее военное ведомство Великобритании заказало 100 экземпляров.

Крещение танка состоялось в сражении на реке Сомма, протекающей близ Парижа. В течение двух с половиной месяцев войска 40-й английской экспедиционной армии безуспешно пытались прорвать здесь немецкую оборону. Потери живой силы с обеих сторон были огромны. Только за первые два дня боев англичане потеряли сто тысяч солдат и офицеров убитыми и ранеными. В качестве последнего средства союзники решили ввести в бой танки.

Утром 16 сентября 1916 года с исходных позиций двинулись вперед 32 английских танка. Утренний туман скрывал их от глаз противника. Незамеченные, они подошли к немецким позициям. Прежде чем немцы опомнились, невиданные стальные чудовища навалились на их окопы. Ревя моторами, окутанные огнем и дымом, покачиваясь, вздымаясь на дыбы,

разрывая кольца проволоки и обрушивая блиндажи, они медленно ползли вперед, неся смерть, смятение и ужас. Несмотря на малое число танков, их несовершенство, труднопроходимую израненную воронками местность и плохое взаимодействие с пехотой, продвижение англичан за пять часов боя составило пять километров по фронту и столько же в глубину при потерях в двадцать раз меньше обычных.

Вскоре последовал феноменальный успех союзников в сражении при Камбре. Введенный в сражение британский Королевский танковый корпус в составе трех бригад общей численностью 476 танков обеспечил за несколько часов боя продвижение в глубь фронта на девять километров при минимальных потерях. Это заставило окончательно замолчать последних скептиков и послужило стимулом для создания бронетанковых войск по обе стороны фронта.

Быстрое совершенствование танков и развитие их производства в период с 1919 по 1939 год превратили бронетанковые войска к началу Второй мировой войны в главную ударную силу сухопутных войск. Эта мировая война стала тяжелым испытанием для бронетанковых войск всех воюющих стран. В смертельной борьбе выявились конструктивные качества техники, ошибки в ее использовании, создавались новые образцы и непрерывно совершенствовались старые.

Лучшим танком Второй мировой войны единодушно признали легендарную «тридцатьчетверку». С той поры СССР лидировал в мировом танкостроении. Судите сами, в чем мы были первыми: дизельный танк – Т-34 (1940); компоновка, задавшая тон конструкторам многих стран на десятилетия вперед, – Т-44 (1944); гладкоствольная пушка – Т-62 (начало 1960-х); автомат заряжания, позволивший сократить экипаж до трех человек, – Т-64 (1967); танк с газотурбинным двигателем – Т-80 (1976); последнее слово – системы активной защиты танка. Отечественные машины в свое время опережали иностранные примерно на двадцать лет.

В ряде капиталистических стран в 1970-х годах была проведена модернизация этих танков, имевшая целью главным образом увеличение их огневой мощи за счет стабилизации пушечного вооружения, совершенствования боеприпасов и установки современных систем управления огнем. Одновременно в США и ФРГ создавались танки нового, третьего поколения. В результате этой работы были приняты на вооружение американский танк М1 «Абрамс» и западногерманский «Леопард-2», которые по своим боевым свойствам в 1,5-2 раза превосходили существовавшие образцы. С 1983 года в сухопутные войска Великобритании стали поступать танк «Челленджер», а в 1988 году первые «Леклерки» усилили войска Франции. Кроме того, опытные образцы новых танков были созданы в Италии, Японии и Бразилии. Общими отличительными чертами всех этих машин является многослойное бронирование корпуса и башни, мощные двигатели, вооружение в виде 120-миллиметровых пушек, новейшие системы управления

огнем.

Ведущее место в капиталистическом мире по уровню развития бронетанковой техники занимают США. Значительное количество американских танков было поставлено странам блока НАТО и другим государствам.

Основным танком армии США является М1 «Абрамс» и его модификации. К разработке проекта этой машины приступили в начале 1970-х годов. В феврале 1980 года на армейском танковом заводе в городе Лайма (штат Огайо) был выпущен первый серийный танк.

По своим основным характеристикам М1 «Абрамс», как считают американские специалисты, почти в два раза превосходит танк второго поколения М60А1. Он имеет классическую компоновку и обладает мощным бронированием сварных корпуса и башни. В их передних частях применено многослойное бронирование, наподобие английской брони «чобхэм», используемой на танках «Челленджер» и «Леопард-2». Верхний лобовой лист корпуса имеет большой угол наклона по отношению к вертикальной плоскости, что снижает его уязвимость от бронебойных снарядов. При закрытом люке механик-водитель, отделение которого находится в средней передней части корпуса, занимает положение полулежа. Управление танком осуществляется через Т-образную рулевую колонку мотоциклетного типа, связанную с автоматической трансмиссией через соответствующий рычаг. Расположенный в верхней части колонки рычажок переключения передач устанавливается в нейтральное положение, заднего хода и переднего хода (два положения). Подача топлива регулируется вращением наконечников рукояток рулевой колонки.

Борта корпуса и верх ходовой части с целью защиты от кумулятивных боеприпасов прикрыты навесными броневыми экранами. Особое внимание было уделено изоляции членов экипажа от боеприпасов и горючего за счет установки внутренних броневых перегородок. Автоматическая система противопожарного оборудования в случае возникновения очагов возгорания срабатывает почти мгновенно. Для тушения пожара используется сжиженный газ хэлон.

120-миллиметровая гладкоствольная пушка М256, стабилизированная в двух плоскостях наведения, установлена в бронированной башне кругового вращения. Слева от нее находится место заряжающего, а справа – командира и наводчика. Основная часть боекомплекта пушки размещена в изолированном отсеке кормовой части башни в боеукладках.

В качестве вспомогательного вооружения используется спаренный с пушкой 7,62-миллиметровый пулемет, второй пулемет такого же калибра, установленный перед люком заряжающего, и 12,7-миллиметровый пулемет, смонтированный на командирской башенке. Для постановки дымовых завес на бортах башни закреплены шестиствольные гранатометы, имеется также термодымовая аппаратура.

Танк М1 «Абрамс» обладает современной системой управления огнем. Лазерный дальномер и тепловизионный прибор встроены в основной прицел наводчика. Вспомогательный прицел телескопический. Пульт управления связан с электрогидравлическими приводами стабилизатора орудия. У командира есть приставка от основного прицела наводчика, благодаря чему он может вести наблюдение одновременно с наводчиком, и перископический прицел для стрельбы из 12,7-миллиметрового пулемета. По периметру командирской башенки установлены шесть смотровых перископов, что позволяет вести круговой обзор. Цифровой баллистический вычислитель, выполненный на твердотельных элементах, способен с довольно высокой точностью рассчитывать угловые поправки для стрельбы. Он автоматически получает от лазерного дальномера расстояние до цели, также вводятся угол наклона оси цапф пушки, скорость бокового ветра и температура окружающего воздуха.

Впервые в зарубежном танкостроении на М1 «Абрамс» установлен газотурбинный двигатель AGT-1500, обеспечивающий танку довольно высокую подвижность. Автоматическая гидромеханическая трансмиссия обеспечивает четыре передачи переднего хода и две заднего. Подвеска торсионная, с лопастными гидравлическими амортизаторами на первом, втором и седьмом опорных катках. Гусеницы имеют съемные резиновые подушки и резинометаллические шарниры.

Газотурбинный двигатель имеет ряд преимуществ по сравнению с дизелем той же мощности. Прежде всего, он позволяет развивать большую мощность при меньшем объеме ГТД. Кроме того, последний имеет меньшую массу (примерно в 2 раза), больший (в 2-3 раза) ресурс работы и относительно простую конструкцию. Этот двигатель может работать на разных типах топлива. Вместе с тем отмечаются такие его недостатки, как сложность воздухоочистки и повышенный расход топлива.

Система защиты от оружия массового поражения, которой оснащен танк, в случае необходимости обеспечивает подачу очищенного воздуха от фильтровентиляционной установки к маскам членов экипажа, а также предотвращает попадание в боевое отделение радиоактивной пыли или отравляющих веществ, создавая в нем избыточное давление. Имеются также приборы радиационной и химической разведки.

В августе 1985 года началось производство модернизированного варианта танка, получившее обозначение М1А1.

Основное вооружение танка М1А1 «Абрамс» составляет используемая на танках «Леопард-2» 120-миллиметровая гладкоствольная пушка западногерманской разработки. С целью улучшения защиты экипажа в условиях действий на зараженной местности – наряду с использованием индивидуальных средств – танки М1А1 «Абрамс» оснащены системой создания избыточного давления в боевом отделении. Броневая защита башни несколько усилена, в результате боевая масса модернизированного танка возросла до 57

тонн.

В 1988 году было начато производство танков M1A1 «Абрамс», у которых броня лобовых частей корпусов и башен содержит включения обедненного урана, обладающего в 2,5 раза большей плотностью, чем у стальной брони. Как считают американские специалисты, применение данной технологии позволило повысить броневую защиту этих танков, в том числе и против кумулятивных боеприпасов.

В 1992 году сошла с конвейера модификация, получившая обозначение M1A2. Изменения включают улучшенную командирскую башенку, лазерный дальномер, командирский тепловизионный прибор кругового наблюдения, тепловизионный прибор наблюдения для механика-водителя, а также новейшую информационную систему управления боем или бортовую информационную систему.

В результате достигается совершенно новый уровень обмена информацией на поле боя. Теперь у командира танка появился полный круговой обзор происходящего на земле и в воздухе, а также первоклассная связь с другими машинами, вертолетами, артиллерией и пехотой. Простым нажатием кнопки на экран вызываются предварительно записанные команды. Это точнее и вдвое быстрее, чем голосом. Существенно синхронизирует действия командира с действиями стрелка наблюдательный комплекс. Сообщение об обнаружении цели сразу передается стрелку и начинается поиск новой. Привыкшим к радиосвязи с помехами, бумажным картам и цветным карандашам уровень M1A2 кажется чудом.

Российский танк Т-90, объявленный основной машиной российской армии на период до 2005 года, был показан на полигоне НИИБТ в Кубинке 28 июня 1993 года. Однако тех, кто ожидал увидеть нечто совершенно новое, ждало разочарование. Никаких принципиальных отличий от предыдущих образцов российского танкостроения не оказалось: Т-90 лишь улучшенная единая модель основного танка, своеобразный симбиоз Т-72Б и Т-80У.

Еще в 1990 году тогдашний первый заместитель Главкома Сухопутных войск генерал-полковник Н. Гринкевич, отвечая на вопросы журналистов, сказал: «… Мы хотели бы только улучшить то, что мы имеем, улучшить комфортные условия для экипажа и систему управления огнем. Ибо стоимость каждого нового поколения оружия возрастает в полтора раза по сравнению предыдущими…»

В сентябре 1997 года в Омске состоялась первая публичная демонстрация основного боевого танка нового поколения «Черный орел». Танк с башней, тщательно укрытой мохнатой маскировочной сетью, демонстрировался приглашенным на удалении 150 метров и под строго определенными ракурсами. По утверждению разработчиков «Черного орла», по совокупности своих боевых качеств он превосходит лучшие западные машины – M1A2 «Абрамс», «Леклерк», «Леопард-2», «Челленджер-2» – и на сегодняшний день является сильнейшим в мире танком. Он имеет более высокую боевую

живучесть, лучшую защиту экипажа, более мощное вооружение, современный информационный комплекс.

Внешне корпус танка мало отличается от корпуса серийного Т-80У: то же расположение катков, люка механика-водителя, модулей активной защиты. Применение уже отработанной шестикатковой базы свидетельствует о родстве «Черного орла» с танками предыдущего поколения, а это существенно облегчит его серийное производство и упростит эксплуатацию в войсках.

Наиболее существенным отличием новой машины от Т-80 является сварная башня принципиально нового типа (на танке демонстрировался ее полноразмерный макет, имеющий конфигурацию «штатного» изделия), обладающая высоким уровнем защиты. По своим размерам и конфигурации она напоминает башни западных танков последнего поколения. Автоматизированная боеукладка отделена от боевого отделения броневой перегородкой, что значительно повышает защищенность экипажа. Ранее на российских танках барабан автомата заряжания располагался под легким поликом боевого отделения, поэтому взрыв боекомплекта приводил к неизбежной гибели экипажа, что подтвердил печальный опыт войны в Чечне. Принятое компоновочное решение позволило уменьшить высоту «Черного орла» по сравнению с Т-80 на 400 миллиметров, сделав его таким образом самым низким танком в своем классе.

Горизонтальное расположение боекомплекта в корме башни позволяет использовать более длинные, а следовательно и более мощные бронебойные подкалиберные боеприпасы, а также упрощает процесс автоматического заряжания и повышает скорострельность. Большие углы наклона лобовых листов башни обеспечивают более надежную защиту при обстреле танка бронебойными подкалиберными снарядами. Предполагается, что на «Черном орле» возможна установка 152-миллиметровой пушки, но, по оценкам западных специалистов, орудие, смонтированное на макете башни, имеет калибр порядка 135—140 миллиметров.

Бортовой информационный комплекс «Черного орла» обеспечивает контроль за всеми основными системами машины, а также автоматизированный обмен информацией с другими танками и вышестоящими командирами.

Танк оснащен новым газотурбинным двигателем мощностью более 1500 лошадиных сил и имеет боевую массу около 50 тонн. В результате удельная мощность превышает 30 лошадиных сил на тонну, что является рекордным показателем. У западных танков третьего поколения подобный показатель равен 20-25.

Наверняка на «Черного орла» установят комплекс активной защиты «Арена». На сегодняшний день это одна из самых перспективных и высокотехнологичных разработок российского ВПК. Радар «Арены» фиксирует гранаты, ракеты и снаряды на подлете к танку. После чего автоматически производится отстрел специального контейнера с зарядом, который

разрывается в двух-трех метрах от подлетающего боеприпаса и своими осколками уничтожает его. Как утверждают разработчики, комплекс может быть установлен на любом танке или БМП. Ничего даже отдаленно похожего на «Арену» нет ни у одной страны мира. Разработчики системы активной защиты – специалисты Конструкторского бюро машиностроения из города Коломны считают, что опережают своих западных конкурентов на семь лет.

Многофункциональный истребитель С-37 «Беркут»

США и Россия борются за пальму первенства в разработке истребителя XXI века, сочетающего качества сверхманевренной сверхзвуковой боевой машины и самолета-невидимки, который не засекают радары и средства инфракрасного наблюдения. Создание такого истребителя не только резко увеличивает эффективность ВВС, но и дает козырь в борьбе за мировой рынок вооружений.

До недавнего времени ведущие производители самолетов не могли соединить в одной машине столь противоречивые с технологической точки зрения характеристики. Причем Россия в большинстве случаев выступала в роли догоняющего. Так, МиГ-29 создавался как ответ американскому истребителю F-18, а Су-27 был противовесом американскому же F-15.

Хотя эти самолеты и были большим достижением авиастроения, новые военные доктрины требуют создания самолета, сочетающего в себе многие качества – «самолета-невидимки», недоступного радарам и приборам инфракрасного наблюдения, и многоцелевого сверхзвукового сверхманевренного истребителя.

Американский дозвуковой самолет-невидимка F-117 имеет очень скромные летные данные и не может участвовать в воздушных боях. ВВС США затратили огромные средства на создание действительно боевого самолета «стелс». Однако приблизились к реализации этой цели только в сентябре 1997 года, с началом испытаний истребителя F-22 «Рэптор».

На этот раз американцы не могут рассчитывать на безусловное первенство. ОКБ Сухого приступило к летным испытаниям С-37 «Беркут» лишь на две недели позже американского конкурента. По оценкам экспертов «Беркут» превосходит F-22 в первую очередь за счет уникального крыла обратной стреловидности.

Предварительные исследования в рамках программы советского истребителя пятого поколения («И-90») начались во второй половине 1970-х годов.

Как один из вариантов рассматривались и аэродинамические компоновки с крылом обратной стреловидности – КОС. Интерес к схеме крыла с обратной стреловидностью не случаен. У такой компоновки немало преимуществ. Происходит значительное увеличение аэродинамического качества при маневрировании, особенно при малых скоростях. Достигается большая по

сравнению с крылом прямой стреловидности подъемная сила, а потому и большая грузоподъемность. На дозвуковых режимах значительно увеличивается дальность полета и достигается более высокая управляемость. За счет улучшения условий работы крыльевой механизации сокращается взлетная и посадочная дистанция. Надо отметить и улучшенные противоштопорные характеристики. И, наконец, увеличение внутренних объемов планера, особенно в местах стыка крыла и фюзеляжа, что обеспечивает лучшие условия для формирования внутренних грузоотсеков.

В 1980 году фирма Сухого совместно с отраслевыми научными центрами приступила к исследованию проекта истребителя с крылом обратной стреловидности. В соответствии со сложившейся традицией ВВС был объявлен конкурс проектов, по итогам которого в «лидеры» вышел многофункциональный фронтовой истребитель – МФИ ОКБ им. А.И. Микояна, созданный по схеме «утка» с треугольным крылом прямой стреловидности, развитым ПГО и управляемым воздушным входом.

Выбранная ОКБ им. Сухого компоновка имела, конечно, не только преимущества. Характеристики такого самолета уступали на сверхзвуковых скоростях самолету ОКБ Микояна, что было обусловлено ростом лобового сопротивления и большим смещением аэродинамического фокуса.

При создании истребителя с крылом обратной стреловидности возникала и еще одна весьма сложная проблема упругой дивергенции крыла. Попытки увеличения жесткости крыла обратной стреловидности, имеющего традиционную конструкцию, приводили к недопустимому возрастанию массы. Однако в 1980-е годы был разработан метод борьбы с дивергенцией посредством специального расположения осей жесткости крыла.

ВВС отдало предпочтение проекту микояновского истребителя. Тем не менее работы в ОКБ Сухого по самолету с КОС продолжались. Он получил рабочий индекс С-22. За это надо большое спасибо сказать генеральному конструктору М.П. Симонову, который сумел сохранить перспективную тематику вопреки неблагоприятным «внешним обстоятельствам». Свой вклад в формирование облика нового истребителя пятого поколения внес и генеральный конструктор НПО «Звезда» Г.И. Северин. Он предложил принципиально новую концепцию катапультного кресла изменяемой геометрии, что позволяет летчику вести маневренный воздушный бой со значительно более высокими, чем на прежних истребителях, перегрузками.

Первым главным конструктором нового истребителя стал В.С. Конохов, которого вскоре на долгое время сменил Михаил Погосян. В 1998 году работы по программе возглавил новый главный конструктор – Сергей Коротков.

В ходе проектирования самолета С-22 выяснилось, что конструкция машины перетяжелена, а потому требуемых характеристик достичь не удастся. В результате потребовалось радикально изменить проект, то есть создать фактически новый истребитель. В ОКБ Сухого приступили к разработке истребителя, получившего новый индекс – С-32. Самолет рассматривался и в

качестве возможной альтернативы самолету МФИ ОКБ Микояна.

Летом 1997 года опытно-демонстрационный самолет С-37, получивший имя «Беркут», уже находился на территории ЛИИ им. Громова в городе Жуковском. В сентябре начались скоростные рулежки. В конце того же месяца машина, пилотируемая летчиком-испытателем Игорем Вотинцевым, совершила свой первый полет. Первая серия испытаний продолжалась до весны 1998 года, после чего самолет был поставлен на доработку. В дальнейшем летные испытания возобновились. Зимой 2000 года самолет начал испытываться на сверхзвуковых скоростях. По утверждению одного из представителей ОКБ, в ходе полетов были получены характеристики, в ряде случаев даже превысившие расчетные.

На сегодняшний день «Беркут» является экспериментальным самолетом. На нем проверяются новые технологии, а также отрабатываются элементы сверхманевренности. В дальнейшем он может стать прототипом высокоманевренного многофункционального истребителя поколения «5+».

Как пишет в своей книге «Боевые самолеты России XXI века» В.Е. Ильин: «Самолет С-37 выполнен по аэродинамической схеме „интегральный неустойчивый триплан" с высокорасположенным крылом обратной стреловидности, цельноповоротным ПГО и цельноповоротным задним хвостовым оперением относительно небольшой площади. Обеспечивается возможность выполнения динамического торможения с выходом на углы атаки более 120 градусов на скоростях от предельно малых до сверхзвуковых.

При создании планера самолета реализована принципиально новая технология, позволяющая изготавливать детали обшивки в плоском виде, после чего формообразовывать их в поверхности двойной кривизны, имеющие сложную конфигурацию, и стыковать между собой с высокой точностью. Применение крупногабаритных панелей длиной до восьми метров позволило добиться чрезвычайно высокой гладкости поверхности самолета и свести к минимуму крепеж. Это не только «облагородило» аэродинамику и снизило массу планера, но и уменьшило его радиолокационную заметность.

Конструкция планера более чем на десять процентов по массе выполнена из композиционных материалов, однако в дальнейшем процент использования КМ должен быть существенно увеличен, достигнув уровня, реализованного в конструкции самолетов F-22A «Рэптор» и МФИ (22-26 процентов).

На самолете применены принципиально новые «интеллектуальные» композиционные материалы для самоадаптирующихся и саморазгружающихся конструкций».

Ряд элементов конструкции для снижения стоимости и ускорения работы по программе заимствован у серийных истребителей семейства Су-27.

Фюзеляж «Беркута» выполнен в основном из алюминиевых и титановых сплавов. Передняя часть носового обтекателя выполнена «приплюснутой», с оребрением. Вертикальное оперение близко оперению самолета Су-27, но имеет значительно меньшую относительную площадь.

Предполагается оснащение самолета перспективными двигателями АЛ-41Ф с системой управления вектором тяги. АЛ-41Ф разрабатывался с 1985 года в московском конструкторском бюро «Люлька-Сатурн», возглавляемым Виктором Чепкиным, и воплощает в себе основные достоинства двигателей XXI века: имеет удельную тягу 11 кгс на один килограмм массы (нынешние дают 7-9) и обеспечивает длительный полет истребителя на сверхзвуковой скорости без включения форсажа. В отличие от моторов четвертого поколения АЛ-41Ф с самых первых вариантов имеет сопло, обеспечивающее управление вектором тяги.

На самолете С-37 установлена интегрированная система дистанционного управления полетом, способная решать задачи вывода из штопора и пилотирования посредством боковой ручки. Уже ведутся работы по созданию для «Беркута» «борта» пятого поколения. В дальнейшем предполагается оснащение истребителя современным комплексом БРЭО.

На опытном самолете ракетное вооружение отсутствует. Размеры самолета: размах крыла – 16,7 метра; длина самолета – 22,6 метра; высота самолета – 6,4 метра; площадь крыла – 56 квадратных метров. Массы: нормальная взлетная – 25,67 тонны, максимальная взлетная – 34 тонны.

Самолет пятого поколения должен быть малозаметным. И здесь россияне пошли по непроторенному пути.

Ученые Исследовательского центра имени М.В. Келдыша разработали новые технологии обеспечения малозаметности летательных аппаратов. Они принципиально отличаются от американской технологии снижения демаскирующих признаков типа «стелс» и обеспечивают полную скрытность защищаемого объекта, но и значительно дешевле. Об этом заявил директор Центра академик РАН Анатолий Коротеев.

Комментируя факт отсутствия на опытном истребителе пятого поколения, созданного АНПК «МиГ» и представленного во время выкатки в подмосковном Жуковском под шифром 1.44 защитного радиопоглощающего покрытия типа «стелс», Анатолий Коротеев заявил, что России «нет необходимости воспроизводить эту устаревшую технологию. Если перед Центром Келдыша будет поставлена задача обеспечить „невидимость" нового российского истребителя пятого поколения, то мы ее обеспечим на более высоком уровне и при значительно меньших затратах, чем это удалось сделать американским специалистам».

Вот что пишет в своей статье в «Независимом военном обозрении» Николай Николаевич Новичков – главный редактор редакции научно-технической информации ИТАР-ТАСС:

«В России уже удалось создать технологии обеспечения малозаметности, основанные на иных физических принципах. Ученые Центра имени Келдыша предложили создавать вокруг аппарата специальное плазменное образование, которое мешает „видеть" летательный аппарат. При этом не затрагивается аэродинамика самого аппарата. Не влияя на летно-технические

характеристики защищаемого от обнаружения самолета, окружающее его облако искусственной плазмы обеспечивает снижение заметности более чем в 100 раз при значительно меньших затратах.

Физическая суть российской технологии обеспечения малозаметности заключается в следующем. Для обнаружения самолета или ракеты радиолокационные станции противника начинают генерировать электромагнитные волны и облучать ими летящий объект. Если при этом этот объект окружен облаком плазмы, то при взаимодействии с ним электромагнитных волн средств обнаружения противника возникает несколько явлений. Во-первых, происходит поглощение энергии электромагнитной волны, так как при прохождении плазменного образования она вступает во взаимодействие с заряженными частицами плазмы и передает им часть своей энергии, то есть затухает. Во-вторых, вследствие ряда физических процессов электромагнитная волна стремится обогнуть плазменное образование. Оба этих явления приводят к резкому снижению отраженного сигнала.

Проведенные экспериментально-теоретические работы на наземных моделирующих установках и натурных условиях доказали эффективность данной технологии как при непрерывной, так и при импульсной подсветке защищаемых объектов. В Центре были созданы специальные устройства первого поколения, обеспечивающие создание искусственного плазменного поля вокруг летательного аппарата и снижение отраженного сигнала».

Тем временем в Центре Келдыша разрабатывается еще более эффективные системы обеспечения малозаметности третьего поколения, основанные на новых физических принципах.

Стратегический бомбардировщик B-2

Стратегический бомбардировщик «Нортроп» B-2 знаменовал собой возвращение американских конструкторов к забытой, казалось, схеме «летающее крыло» Возрождение «летающего крыла» было связано с новой военно-политической обстановкой, требованием повысить вероятность прорыва ПВО потенциального противника в условиях резко улучшившихся средств радиолокационного обнаружения самолета.

B-2 стал первым самолетом, в котором малоотражающие формы приближаются к идеалу, обеспечивая равномерное рассеяние радиолокационных волн.

Джек Нортроп, основатель фирмы, носящей его имя, вряд ли мог предвидеть такой поворот событий. Создав в 1939 году в возрасте 44 лет свою фирму, он отдал много сил, чтобы довести до практического применения схему «летающее крыло», апологетом которой он был.

Начав с экспериментальных N-1M (1940) и N-9M (1942), он создал первое тяжелое «летающее крыло» – поршневой XB-35 (1946), а затем на его основе

– реактивный YB-49 (1947). Бомбардировщик XB-35, почти не имевший выступающих из крыла частей, был ближе всего к конфигурации идеального «летающего крыла». Но даже несмотря на свои высокие характеристики, он уступил в конкурсе самолету «Конвэр» B-36, имевшему традиционную компоновку. Не имел также успеха бомбардировщик YB-49, хотя он и заслужил одобрительный отзыв тогдашнего президента Гарри Трумэна. Побывав в 1949 году на борту бомбардировщика, президент заявил, выбравшись из него: «Чертовски интересный самолет, может быть, мы закажем несколько таких машин». Все же YB-49 не смог противостоять конкуренции со стороны «Боинга» B-47. Среди главных причин этого были потенциально меньшая максимальная скорость и недостаточная динамическая устойчивость на больших высотах.

По отзывам знавших Нортропа людей, это был не только «гениальный авиационный конструктор» Он отличался сердечностью, дружелюбием, вдумчивостью. Нортроп покинул свою корпорацию в 1952 году, тяжело восприняв неудачу «летающих крыльев» и будучи убежден, что стал жертвой нечистоплотной конкуренции.

В 1976 году, когда исследования стали однозначно указывать на преимущества «летающего крыла» в малозаметности, Джек Нортроп, не терявший надежды на реализацию своих идей, направил письмо с просьбой еще раз оценить аэродинамику и конструктивные особенности самолетов этой схемы. Полученный ответ гласил: «Наш анализ подтверждает давно уже высказанную Вами уверенность в прочностных и аэродинамических преимуществах такой схемы, а исследования, проведенные для нас фирмами-изготовителями тяжелых самолетов, еще более убеждают нас в справедливости подобной оценки».

Незадолго до кончины конструктора в феврале 1981 года ему была показана модель будущего бомбардировщика B-2. Очевидцы передают, что расчувствовавшийся и прослезившийся престарелый Нортроп тихо произнес: «Теперь я знаю, зачем Господь даровал мне последние четверть века жизни». 20 октября 1981 года с фирмой «Нортроп» был заключен контракт на громадную сумму – 7,3 миллиарда долларов – на разработку самолета, имевшего фирменное обозначение N-14 и получившего от ВВС обозначение B-2.

Создание малозаметного бомбардировщика официально началось 22 августа 1980 года. Однако, кроме самого факта существования программы, все остальные сведения оставались секретными. B-2 был частично рассекречен лишь в апреле 1988 года, когда ВВС впервые опубликовали официальный рисунок самолета, а 22 ноября 1988 года был продемонстрирован и сам бомбардировщик.

Первый полет опытного самолета состоялся 17 июля 1989 года. К этому времени B-2 выполнил большую программу. Некоторые элементы конструкции прошли ресурсные испытания, соответствующие двум срокам службы.

В-2 проектировался как многоцелевой бомбардировщик, способный доставлять ядерное и обычное оружие и поражать мобильные и сильнозащищенные стационарные цели в условиях противодействия современных советских средств ПВО. По планам, составленным во второй половине 1980-х годов, намечалось использовать самолеты В-2 в роли бомбардировщиков прорыва ПВО. Испытывались также возможности самолета обнаруживать цели и вести разведку в сочетании с несением оружия.

Бомбардировщику отведена важная роль в исследуемой вооруженными силами США концепции «победа-сдерживание-победа», предусматривающей возможность победы США в одновременно ведущихся двух локальных войнах. Исследования показали, что группа из трех В-2 может в течение секунд полностью уничтожить бронетанковую дивизию на марше. При использовании двадцати самолетов, базирующихся недалеко от района цели, малозаметные бомбардировщики могут в течение долгого времени выводить из строя по одной бронетанковой дивизии в день.

Для иллюстрации эффективности В-2 его сравнивают с нарядом самолетов, необходимых для доставки 110 тонн обычных бомб в район Северной Африки. Для выполнения этой задачи потребовались бы две авианосные группы с личным составом 12000 человек, или 10 бомбардировщиков В-52Н с 32 топливозаправщиками, 14 вспомогательными самолетами и экипажами численностью 202 человека, или 30 бомбардировщиков FB-111 с 57 топливозаправщиками, 14 вспомогательными самолетами и экипажами численностью 302 человека. В то же время эту задачу смогли бы выполнить шесть В-2 с шестью топливозаправщиками и 36 членами экипажей.

Бомбардировщик В-2 стал одной из первых «жертв» резкого изменения геополитической обстановки после распада СССР. Вначале предполагалось построить 133 бомбардировщика, но в результате революционных преобразований в СССР министерство обороны США решило ограничиться постройкой всего 21 самолета. Тем не менее программа В-2 – одна из наиболее масштабных в истории американской авиации. В начале 1992 года только на фирме «Нортроп» в ней было занято 13400 человек. При цене более 2 миллиардов долларов В-2 стал самым дорогостоящим самолетом в истории авиации.

При разработке самолета использовалась система автоматизированного проектирования и подготовки производства с 400 терминалами, включающая базу данных по всем деталям самолета. Эта трехмерная база данных обеспечила подготовку производства без использования обычных бумажных чертежей, макетов и опытной оснастки, что в итоге позволило получить в производстве высокую точность обводов самолета.

Благодаря использованию базы данных проектные изменения вносились в технологические процессы в пять раз быстрее, чем обычно. По утверждению фирмы «Нортроп», она разработала и внедрила около девятисот новых материалов и процессов. Благодаря автоматизации производства

прогнозируемая трудоемкость изготовления самолета в расчете на килограмм массы оказалась не выше, чем у пассажирского самолета «Боинг-757».

Очертания бомбардировщика напоминают бумеранг с ровной передней кромкой со стреловидностью около 35 градусов. Задняя кромка имеет пилообразную форму. Управление самолетом по трем осям осуществляется с помощью нескольких аэродинамических поверхностей, находящихся на задней кромке крыла.

В-2 сделан по схеме «летающее крыло» и не имеет вертикального оперения. Планер самолета построен, в основном, из титановых и алюминиевых сплавов с применением, прежде всего, углепластиков с бисмалеимидной и полиимидной матрицами, обладающими повышенной теплостойкостью по сравнению с эпоксидными связующими. Основным несущим компонентом конструкции служит однолонжеронный титановый кессон, расположенный в передней центральной части корпуса и в примыкающих промежуточных секциях, к которым крепятся углепластиковые консоли крыла, не имеющие сужения.

Основной способ снижения радиолокационной заметности самолета – организация изотропного рассеяния падающих волн благодаря плавному сопряжению элементов конструкции и минимальному числу выступающих элементов. Требуемые характеристики рассеяния достигаются с помощью поверхностей с тщательно подобранной кривизной переменного радиуса. Щели на внешней поверхности заделаны, двигатели и вооружение имеют внутреннее размещение.

Форма В-2 в плане образована двенадцатью прямыми линиями, что позволяет сконцентрировать все отражения в горизонтальной плоскости в нескольких основных узких секторах. Носок крыла имеет внутреннюю шиповидную радиопоглощающую конструкцию с сотовым заполнителем, используются радиопоглощающие покрытия. Эти покрытия, а также применение конструкционных материалов, чувствительных к ультрафиолетовому излучению, требуют поддержания определенного температурно-влажностного режима. Поэтому для самолета необходим индивидуальный ангар с системой кондиционирования воздуха.

Но одновременно применяемые радиопоглощающие покрытия не требуют от наземного обслуживающего персонала ношения специальной одежды и обуви. Это связано с их упругостью: образующиеся при надавливании тупыми предметами вмятины исчезают через несколько секунд и резиноподобный материал восстанавливает свою первоначальную форму. Чтобы поддержать малозаметность самолета, необходимо, прежде всего, сохранить гладкость контура его внешних обводов. Поэтому при изготовлении покрытий особое внимание направлено на то, чтобы не допустить образования постоянных царапин и вмятин. Если в процессе эксплуатации они все же появятся, то возможен ремонт поврежденных участков покрытия.

Экипаж состоит обычно из двух человек, размещающихся в герметической

кабине на установленных рядом катапультируемых вверх креслах. Справа сидит командир экипажа, слева – второй летчик. Рабочее место каждого члена экипажа оснащено системой управления, и каждый летчик может самостоятельно выполнить весь полет.

Панели остекления имеют слой с фотореакционной способностью и становятся светонепроницаемыми при световом воздействии ядерного взрыва. Золотосодержащее покрытие остекления препятствует прохождению через него радиолокационного излучения. Летчики должны пилотировать самолет в противолазерных очках.

Силовая установка состоит из четырех турбореактивных двигателей с тягой по 8600 кгс. Воздухозаборники двигателей располагаются на крыльях самолета, здесь же находятся и выходные сопла для снижения вероятности обнаружения самолета ИК-аппаратурой противника. Самолет оборудован системой дозаправки топливом в воздухе, что позволяет увеличить дальность полета.

На В-2 установлены две РЛС с синтезированной апертурой и малой вероятностью перехвата сигналов. В каждой РЛС предусмотрен двадцать один режим работы, включающий картографирование местности, коррекцию навигационной системы и обеспечение полета в режиме следования рельефу местности. Режим синтезирования апертуры дает высокую разрешающую способность на дальности до 32 километров и позволяет обнаруживать с большой точностью неподвижные и мобильные баллистические ракеты.

Бортовой комплекс электронного оборудования имеет три основных режима: взлетный, боевой и посадочный. В боевом режиме соблюдается режим, близкий к радиомолчанию, с выключением всех систем, несущественных для доставки оружия.

Вооружение размещается на вращающихся пусковых установках в двух внутренних отсеках вооружения, располагающихся рядом в центральной части корпуса и закрывающихся двумя створками каждый. Во время сброса оружия заметность самолета увеличивается из-за открытых створок, что обусловило применение быстродействующих приводов их открытия и закрытия. Основное оружие бомбардировщика – свободнопадающие бомбы.

Некоторые характеристики самолета: размах крыла – 52,43 метра; длина самолета – 21,03 метра; высота самолета – 5,18 метра; площадь несущей поверхности – 477,52 квадратных метра. Взлетная масса бомбардировщика: максимальная – 181,44 тонны, нормальная – 168,42 тонны; максимальная расчетная нагрузка в отсеках вооружения – 22,7 тонны. Максимальная скорость на большой высоте – 950—1010 километров в час. Практический потолок – 15240 метров, а дальность полета с одной дозаправкой в воздухе – 18530 километров.

Вертолет КА-52 «Аллигатор»

При всех своих достоинствах любой самолет имеет один важный недостаток – для того чтобы оставаться в воздухе, он должен постоянно и с достаточно большой скоростью перемещаться в горизонтальной плоскости, ведь подъемная сила его крыльев напрямую зависит от скорости движения. Отсюда необходимость разбега при взлете и пробега при посадке, которые приковывают самолет к аэродрому.

Между тем часто возникает необходимость в таком летательном аппарате, который обладает подъемной силой, не зависящей от скорости полета, может вертикально подниматься и садиться, а кроме того, способен «зависать» в воздухе. Эта ниша после долгих конструкторских поисков была занята винтокрылой машиной – вертолетом.

Создание аппарата, обладавшего комплексом этих качеств, оказалось чрезвычайно сложным делом, поскольку теория вертолета намного сложнее теории самолета. Потребовались годы упорного труда многих конструкторов, прежде чем вертолет стал уверенно чувствовать себя в воздухе, хотя первые винтокрылые аппараты появились едва ли не в одно время с первыми самолетами. В 1907 году четырехвинтовой вертолет французов Бреге и Рише впервые смог оторваться от земли и приподнять над ней человека.

К 1911 году 22-летний студент МВТУ Борис Юрьев разработал в общих чертах всю схему одновинтового вертолета. Запатентовать ее он не смог, так как не имел на это денег. В 1914 году построил свой геликоптер шотландец Мумфорд. На нем впервые был осуществлен полет с поступательной скоростью. В 1924 году француз Эмишен впервые пролетел на своем вертолете по замкнутому кругу. В то же время Юрьев, заняв пост начальника Экспериментального аэродинамического отдела ЦАГИ, попробовал реализовать свою одновинтовую схему. Под его руководством Алексей Черемухин построил первый советский вертолет 1-ЭА.

Первые же испытания 1930 года дали блестящий результат. Пилотируемый Черемухиным вертолет уверенно отрывался от земли и легко взмывал на высоту нескольких сот метров, свободно описывал в воздухе восьмерки и другие сложные фигуры. В 1932 году Черемухин поднялся на этом вертолете на высоту 605 метров, поставив тем самым абсолютный мировой рекорд. Однако и этот вертолет был еще очень далек от совершенства. Он был слишком неустойчив.

В 1938 году под руководством Братухина был создан первый советский двухвинтовой вертолет 11-ЭА поперечной схемы.

В это время лидером в вертолетостроении была Германия. Талантливый конструктор Фокке создал в 1930-е годы несколько совершенных двухвинтовых вертолетов поперечной схемы. В 1937 году на его вертолете FW-61 были установлены мировые рекорды: высоты – 2439 метров, скорости – 123 километра в час, дальности – 109 километров.

Однако по праву слава основателя мирового вертолетостроения принадлежит Игорю Сикорскому. Именно он положил начало серийному

производству вертолетов.

Испытание своего первого вертолета Сикорский провел в июле 1909 года во дворе своего дома в Киеве. Ранней весной 1910 года он собрал второй вертолет. Этот аппарат был первым и единственным в России, способным поднимать свой собственный вес. Однако затем Сикорский сконцентрировался на конструировании самолетов, где добился больших успехов. Он создал первые в мире четырехмоторные самолеты «Русский витязь» и «Илья Муромец». В 1919 году Сикорский эмигрировал в США, где в 1923 году основал свою фирму. Под его руководством были созданы пассажирские и военные самолеты и вертолеты.

Незадолго до своего пятидесятилетия, 14 сентября 1939 года, конструктор сам поднял в воздух свой экспериментальный VS-300. Вскоре последовал заказ на армейский вертолет связи и наблюдения. Двухместный S-47 был готов в декабре 1941 года и стал первым в мире вертолетом, запущенным в серийное производство. Он был единственным вертолетом стран антигитлеровской коалиции, принявшим участие во Второй мировой войне.

С той поры прошло почти шестьдесят лет, и на сегодняшний день Книга рекордов Гиннесса признает лучшим боевым вертолетом Ка-52 «Аллигатор». Это модификация известного вертолета Ка-50 «Черная акула».

«Черная акула» является дневным противотанковым одноместным вертолетом. Успешно пройдя трехэтапный конкурс, соперником в котором был двухместный ударный вертолет Ми-28, опытный образец Ка-50 совершил первый полет в 1982 году.

Уменьшение экипажа до минимума при умеренной загрузке летчика по управлению вертолетом и вооружением, а также соосная схема, обеспечивающая большую эффективность при висении, наборе высоты и полете на предельно малых высотах, принесли победу этому вертолету в конкурсе, в котором участвовал также Ми-28.

Композиционные материалы составляют 35 процентов от общей массы планера Ка-50. Двигатели установлены по бокам в верхней части фюзеляжа. Они оснащены пылезащитными и экранно-выхлопными устройства, снижающими соответственно износ лопаток турбокомпрессора и уровень инфракрасного излучения выхлопных газов.

Вертолет сделан по соосной схеме. Он имеет два несущих винта, вращающихся в противоположных направлениях, что позволило избавиться от рулевого винта на хвосте. Лопасти несущих винтов изготавливаются в основном из неметаллических материалов типа стеклопластика. Вертолет имеет трехстоечное с передним колесом убирающееся шасси.

Для несения вооружения на «Черной акуле» установлено крыло с размахом 7,3 метра, на консолях которого имеются по два пилона и по одному контейнеру. На пилонах могут устанавливаться неуправляемые реактивные снаряды или пусковые устройства с ПТУР «Вихрь». Пилоны могут поворачиваться в вертикальной плоскости вниз на 10 градусов. На консолях

крыла в контейнерах установлены блоки выброса средств постановки помех.

Справа в нижней части фюзеляжа установлена одноствольная пушка калибра 30 миллиметров, первоначально разработанная для армейской БМП-2 (боекомплект 500 снарядов). Селективное питание пушки снарядами дает летчику при атаке цели возможность выбора типа снарядов (бронебойные или осколочно-фугасные). Пушка может отклоняться на 15 градусов по азимуту и на 30 градусов по углу возвышения.

Летчик может выбрать режим применения пушки, что повышает эффективность ведения стрельбы. Так, на малых дальностях стрельбы используется оперативный режим, когда летчик прицеливается всем вертолетом, а на больших дальностях стрельба ведется в автоматически точном режиме, при котором прицельно-навигационный комплекс, используя возможности поворота турели пушки, автоматически наводит ствол пушки на цель.

Оборудование вертолета нашлемной системой целеуказания позволило максимально разгрузить летчика при стрельбе управляемыми ракетами: после пуска ракеты нет необходимости выдерживать вертолет на определенной траектории, направленной к цели.

Работа летчика при выходе в район поиска и атаки цели на предельно малых высотах полета значительно облегчается, так как пилотажная информация размещается на индикаторе лобового стекла. Применение пушки и неуправляемых ракет также упрощается благодаря наличию на этом индикаторе прицельной информации.

Как и в Ми-28, для защиты летчика от средств поражения стрелкового и пушечного вооружения калибра до 20 миллиметров пилотская кабина полностью бронирована. Для спасения летчика в аварийных случаях на Ка-50 впервые в мире установлено катапультное кресло К-37, которое эффективно работает практически на всех высотах и скоростях полета. При этом перед катапультированием летчика лопасти несущих винтов автоматически отстреливаются. Возможность отстрела лопастей несущих винтов в полете потребовала пересмотра боевых порядков вертолетов с тем, чтобы исключить повреждение соседних вертолетов и не допустить гибели катапультирующегося летчика.

Кроме того, боевая живучесть вертолета Ка-50 повышена за счет исключения из его конструкции рулевого винта: длинная трансмиссия, механические элементы проводки управления в высоконагруженной хвостовой балке. Этой цели также служит кресло летчика, установленное на поглощающей энергию удара при падении вертолета сминаемой сотово-композиционной ферме.

Уменьшение численности экипажа Ка-50 до одного человека, которое ранее расценивалось как большое достоинство, на самом деле оказалось недостатком. Выяснилось, что данный вертолет не способен достаточно эффективно вести боевые действия без поддержки дополнительного

вертолета-разведчика, который должен быть двухместным. Таким образом, суммарная численность экипажей составляет три человека. Видимо, именно этот факт подвиг КБ им. Камова к созданию двухместного варианта противотанкового вертолета.

По словам генерального конструктора ОКБ им. Камова Сергея Викторовича Михеева, «Ка-52 – вертолет, который на 85 процентов уже производится серийно». У Ка-50 новый вертолет «позаимствовал» силовую установку, крыло, оперение, шасси, вооружение, ряд бортовых систем.

Основное внешнее отличие от предшественника – двухместная кабина с поперечным расположением членов экипажа. Они размещены рядом, а не тандемом. Такое расположение членов экипажа не случайно. Вертолет предназначен для штурма наземных целей с предельно малых высот и в любых погодных условиях, днем и ночью.

Появление второго члена экипажа позволило резко расширить боевые возможности вертолета. Новый член экипажа обеспечивает ведение разведки или радиоэлектронной борьбы, обнаружение и опознавание целей на большом удалении, причем вне зависимости от погодных условий и времени суток. Теперь стало возможным вести целеуказание и целераспределение, взаимодействовать с наземными войсками и ударными самолетами.

В. Ильин и М. Никольский пишут в журнале «Авиация и космонавтика»: «Ка-52 можно назвать „вертолетом интеллектуальной поддержки", своеобразным диспетчером, управляющим действиями других боевых машин. В то же время он сохранил маневренность, вооружение и уровень защищенности, характерные для КА-50. Разумеется, введение второго члена экипажа и установка дополнительного оборудования при прежней силовой установке привели к тому, что летные характеристики „Аллигатора" по сравнению с „Черной акулой" несколько „подсели": снизились потолок и скороподъемность, на 0,5 уменьшилась максимальная эксплуатационная перегрузка. Однако Ка-52 и не предназначен для того, чтобы „грудью" лезть под огонь противника: он призван обеспечивать боевое применение более динамичных и „толстокожих" Ка-50, гармонично дополняя эти машины.

Основные задачи нового вертолета – разведка и управление боем – определили состав его радио– и оптоэлектронного оборудования.

На первом Ка-52 в носовой части фюзеляжа установлен тепловизор фирмы «Томпсон». Выбор французской аппаратуры обусловлен задержкой отработки аналогичных отечественных систем, а также стремлением ОКБ продемонстрировать потенциальным заказчикам возможности комплектования вертолета оборудованием как российского, так и иностранного производства. Во внушительного вида «шаре», размещенном над кабиной экипажа, располагается оптиколокационная система «Самшит» отечественной разработки, стабилизированная в трех плоскостях, в состав которой входит тепловизор, а также телевизионная и лазерная аппаратура. С правой стороны, под фюзеляжем, в гиростабилизированном «мячике» несколько меньших

размеров располагается оптическая головка мощного телескопа, коллимированного с лазерным дальномером-целеуказателем (эта аппаратура позволяет обнаруживать и сопровождать с высокой точностью малоразмерные цели на дальности до 15 км, дополняя более «капризные» телевизионные и тепловизионные системы). Над втулкой верхнего несущего винта размещается РЛС «Арбалет»».

Кабина Ка-52 снабжена четырьмя экранными индикаторами на жидких кристаллах. Летчик располагает индикатором на лобовом стекле, а оператор – нашлемным прицелом-индикатором. Как и Ка-50, новый вертолет оснащен комплексом спасения К-37, обеспечивающим экипажу возможность аварийного покидания машины на всех полетных режимах.

Новый вертолет оснащен двумя двигателями ТВЗ-117ВМА Санкт-Петербургского НПО им. В.Я. Климова, развивающими мощность 2200 лошадиных сил. Однако возможности редуктора ВР-80, примененного на Ка-50 и Ка-52, обеспечивают дальнейшее наращивание мощности силовой установки. На вертолетах планируется установить двигатели новой модификации с максимальной мощностью по 2500 лошадиных сил.

Комплекс вооружения Ка-52 аналогичен примененному на вертолете Ка-50. В настоящее время ведутся работы по расширению комплекта вооружения Ка-50. Все решения, отработанные для «Черной акулы», будут внедрены и на «Аллигаторе». В частности, в качестве перспективного оружия боевых вертолетов называются гиперзвуковые противотанковые управляемые ракеты.

Самолет дальнего радиолокационного обнаружения «Боинг» Е-3

Это было 8 мая 1942 года в Коралловом море. «В 10 часов 55 минут радиолокационная установка обнаружила большую группу вражеских самолетов, подходившую с северо-востока. В 11 часов 13 минут наблюдатели „Лексингтона" заметили первый японский самолет, – вспоминает американский адмирал Ф. Шерман, и тут же сетует: – Единственная радиолокационная установка одного из первых образцов, которая находилась у нас на борту, обнаруживала самолеты противника на расстоянии 68 миль, но не давала никаких данных о высоте их полета… было трудно также отличать свои самолеты от вражеских». Видимо, из-за несовершенства радаров американцы больше полагались на пилотов разведывательных машин, хотя и тем далеко не всегда удавалось своевременно замечать неприятеля, тем паче в пасмурную погоду, когда облака надежно скрывали и бомбардировщики, и корабли Страны восходящего солнца, а дальность действия электронных «всевидящих глаз», как мы знаем, оставляла желать лучшего.

Тогда задумали увеличить ее. В 1943 году поисковыми радарами оснастили несколько палубных бомбардировщиков-торпедоносцев Грумман ТВМ «Эвенджер». Взлетев с авианосцев, они патрулировали пространство над

океаном, непрерывно пронизывая небо и море невидимыми лучами, а завидя японцев, передавали их координаты и курс на свои корабли. Опыт оказался удачным, но максимальная дальность полета «Эвенджеров» не превышала 2000 километров – для длительного патрулирования маловато. В следующем году радиолокационными станциями, работавшими в сантиметровом диапазоне, оснастили четырехмоторные бомбардировщики «Боинг» B-17, дальность полета которых достигала 5500 километров. Так получился первый самолет дальней радиолокационной разведки и предупреждения. Поднявшись с сухопутных аэродромов, они подолгу летали над океаном или охраняли подступы к базам.

В 1950-е годы подобными локаторами с антеннами, размещенными под обтекателями в носовой части фюзеляжа или под ним, оборудовали ряд серийных машин. В США это были двухмоторные разведчики Локхид «Гудзон», выпускавшиеся с 1939 года, и более новые – палубные штурмовики Дуглас AD-1 «Скайрейдер», в Англии – палубный противолодочный самолет «Ганнет» и четырехмоторный морской разведчик Авро «Шеклтон». Последний, например, был оснащен радаром для обнаружения воздушных и надводных целей и аппаратурой для обработки и передачи полученных данных, которые обслуживались 10 специалистами. Однако спустя десятилетие появились сверхзвуковые боевые самолеты, действовавшие и на сверхмалых высотах. Заметить их было очень трудно, особенно на фоне эхо-сигналов от местности. Предстояло обновить электронную начинку, что и произошло в 1970-е годы, когда появились улучшенные импульсно-доплеровские станции, способные отделять самолеты от «местников», а также аппаратура, мгновенно обрабатывавшая информацию и умевшая отличать свои самолеты, одновременно сопровождая несколько целей. Кроме того, техника нового поколения автоматически засекала излучение радиолокаторов и определяла их местоположение.

Постепенно задачи, ставившиеся перед этими самолетами, усложнялись, и потребовалось увеличить мощность их двигателей, продолжительность полета и оснастить более сложным оборудованием. Экипаж увеличился до 26-31 человека, а продолжительность полета – до 24 часов. На борту появились кухня, спальные места и мастерская. Этот самолет получил обозначение WV-2 Его назначение вытекало из самого названия – «Радарный пикет» – самолет раннего обнаружения и оповещения. Самолеты WV-2 и WV-3 выпускались как для ВВС, так и для ВМС США.

Самолеты «радарного пикета» легко было определить по огромной антенне с круговым обтекателем, поднятым на пилоне над фюзеляжем самолета.

Однако вскоре эти самолеты перестали удовлетворять военных. Необходим был самолет, способный следить за действиями предполагаемого противника, фиксируя все его радиоизлучения, особенно у военных объектов.

Эту машину создали на базе первого американского реактивного авиалайнера «Боинг-707», оборудовав радарами AN/APY-1 и -2, которые

обнаруживают самолеты, летящие на обычной высоте, с 600 километров, а на сверхмалой – с 400. Бортовая аппаратура анализирует сведения о них, передает на другие летательные аппараты и наземные командные пункты, а при необходимости экипаж Е-3 наводит на цели до тридцати перехватчиков.

Так же как и его предшественники, он нес на фюзеляже антенну РЛС в обтекателе диаметром 9,14 метра, расположенную на V-образном пилоне высотой 3,3 метра. Один оборот вокруг оси антенна совершала за 6 минут.

Первый полет самолета дальнего радиолокационного обнаружения «Боинг» Е-3А «Сентри» (AWACS) состоялся в 1972 году. И уже в 1976 году на авиабазе Неллис был продемонстрирован его первый образец, причем в условиях, имитирующих боевые. На четырехмоторный Е-3А «Сентри» («Часовой») напали шесть «советских» истребителей, сопровождаемых «краснозвездным» постановщиком помех. «Сентри» перешел на резервные частоты и навел на атакующих перехватчики.

Серийные поставки начались в 1977 году. Со следующего года самолеты АВАКС (аббревиатура английского термина «Система раннего авиационного предупреждения и контроля») стали проводить регулярные разведывательные полеты вблизи границ стран Варшавского договора. А в 1982 году на авиабазу Тинкер приземлилось 27 Е-3А из 34, уже зачисленных в 552-е крыло тактической авиации.

С июля 1985 года американцы приступили к испытаниям Е-3D, предназначенного для Англии. В отличие от прототипа, у него в концы крыла встроены контейнеры для станции радиотехнической разведки, а в его верхнюю часть – антенна коротковолновой радиостанции дальнего действия.

До 1991 года «Локхид» изготовила 68 «Сентри» пяти модификаций, которые поступили в ВВС США, НАТО, Франции, Англии и Саудовской Аравии.

Заполучив «Хокай» и «Сентри», американцы предложили партнерам по НАТО создать в Западной Европе систему АВАКС. Иными словами – устроить вдоль границ стран-членов Варшавского Договора и «зоны ответственности» североатлантического альянса невидимый воздушный занавес.

Кстати, несмотря на то что в США создали для англичан Е-3D, те до 1987 года трудились над своим «Нимродом», но никак не могли доработать антенное устройство, состоявшее из носовой и хвостовой секций, размещенных внутри фюзеляжа. В конце концов, израсходовав впустую 1 миллиард фунтов стерлингов, британцы прекратили им заниматься.

Французы в 1980—1981 годах облетали любезно предоставленные им Е-2С, но одновременно готовили собственные АВАКСы на базе военно-транспортного самолета С-160 «Трансаль» и патрульного «Бреге Атлантик», намереваясь поставить на них то же оборудование, что было на «Хокае». А потом и они согласились с предложением американцев стандартизировать технику комплексно и приобрели четверку Е-3D, чтобы наблюдать за юго-восточной частью Средиземного моря. Формально Франция не состоит в военной организации НАТО, однако взялась опекать этот район.

В сентябре 1991 года «Боинг» приступил к созданию широкофюзеляжного авиалайнера 767 – постановщика помех и носителя аппаратуры дальнего радиолокационного обнаружения. В апреле 1994 года он прошел испытания в аэродинамической трубе. Руководитель программы «767 АВАКС» или «767—400ER» Дж. Мадден подчеркивал, что «вместимость такой машины возрастет на 50 процентов по площади пола и в 2 раза по объему». АВАКС-767 весит 92,5 тонны. Два турбореактивных двигателя тягой по 27,5 тонн обеспечивают ему скорость 800 километров в час, а высоту полета – в 11800 метров. Время патрулирования самолета АВАКС-767 – 13 часов, а с дозаправкой в воздухе – 24 часа. Экипаж – 2 летчика и 18 операторов.

Оборудование использовано такое же, как на Е-3D и Е-3F, – видимо, с расчетом на экспорт. В просторном операторском отсеке разместили 14-16 цветных дисплеев, причем не по три, как раньше, а по четыре в ряд, чтобы обеспечить сменную работу пар операторов, предусмотрели место для техники, которую смонтируют по желанию заказчика.

Несмотря на появление самолета АВАКС-767 основу вооружения объединенных ВВС блока НАТО составляют самолеты ДРЛО и управления только одного типа – Е-3 «Сентри» системы АВАКС.

В боевом составе ВВС США и объединенных ВВС НАТО находятся самолеты Е-3В с экипажем в 22 человека и 18 Е-3А с экипажем в 17 человек. Теперь основой их оборудования является бортовая многорежимная РЛС AN/APY-2 (десятисантиметрового диапазона волн, массой около 3,5 тонн). Обзор пространства осуществляется с помощью антенны размером 7,3х1,5 метра и массой 1,5 тонны, которая вращается в горизонтальной плоскости с постоянной скоростью шесть оборотов в минуту. Она размещена в радиопрозрачном обтекателе над фюзеляжем самолета. Зона поиска разбивается на 32 азимутальных сектора, в каждом из которых осуществляется собственный режим работы. Причем эти сектора и их режимы могут изменяться в ходе наблюдения с периодичностью вплоть до одного оборота антенны.

«С момента ввода самолетов Е-3А в 1977 году в состав авиации ПВО и тактического авиационного командования ВВС США, – пишет в журнале „Зарубежное военное обозрение" В. Афинов, – они прошли две фазы модернизации, включая усиление конструкции и другие мероприятия по увеличению эксплуатационного ресурса планера и двигателей не менее чем на 20-25 лет. В процессе модернизаций, помимо обеспечения в соответствии с требованиями НАТО возможностей по обнаружению надводных целей, были изменены параметры сигнала РЛС таким образом, чтобы избежать взаимных помех системы АВАКС и наземных РЛС системы ПВО в Западной Европе. В рамках программы „Солти нет" была также обеспечена оперативная совместимость самолета Е-3 с натовскими системами управления 412L (объединенные ВВС), „Нейдж" (ПВО) и другими системами на Европейском театре войны. Одним из важных этапов эволюции системы АВАКС было

оснащение в 1979 году самолетов Е-3 и истребителей аппаратурой объединенной тактической системы распределения данных JTIDS, позволившей передавать не только речевую, но и визуально отображаемую символьную информацию об обстановке на борт одновременно нескольких десятков самолетов, находящихся в радиусе до 600 километров, что значительно упростило управление авиацией. Ранее при перехвате маневрирующей цели обычно был необходим трехминутный радиообмен с использованием до 300 слов уставной терминологии, обозначающих номера целей, радиолокационные контакты с ними, данные сопровождения, целеуказания, собственного местоположения и курса истребителей. Теперь же с помощью системы JTIDS все это с большей точностью и в увеличенном объеме может передаваться и выводиться на дисплей летчика почти в реальном масштабе времени».

Роль самолетов Е-3А при выполнении задач ДРЛО и управления постоянно возрастала. В ходе войны в Персидском заливе в 1991 году они выполняли множество задач. «Сентри» управляли дозаправкой самолетов в воздухе, осуществляли проводку американских стратегических бомбардировщиков, выводили группы стратегических, тактических и палубных самолетов в районы нанесения ударов по наземным целям. АВАКС управляли непосредственной авиационной поддержкой сухопутных войск, обнаружением иракских вертолетов, охранным слежением за находившимися на патрулировании разведчиками. В трехдневной воздушной наступательной операции участвовало не менее 15 самолетов Е-3 ВВС США.

В наряде ДРЛО были задействованы пять американских машин. Четыре из них патрулировали воздушное пространство Саудовской Аравии. При этом их сопровождали одновременно до 250 самолетов над территорией площадью 190 тысяч километров. Параллельно действовали и самолеты Е-3А НАТО и Саудовской Аравии. Первые контролировали воздушное и морское движение в акватории Средиземного моря, вторые применялись для ретрансляции в объединенный разведцентр и другие органы управления Ближневосточного ТВД данных о воздушной обстановке, которые были получены от американских самолетов ДРЛО. Всего в ходе войны самолеты Е-3В совершили 448 самолето-вылетов с общим налетом 5546 часов, что по напряженности превосходило использование всех самолетов-разведчиков ВВС США и других участников многонациональных сил, воевавших против Ирака. Позднее самолеты АВАКС приняли самое активное участие в войне на Балканах.

Постоянное усложнение задач ДРЛО самолета Е-3А стало возможным благодаря высокой помехозащищенности антенны его РЛС, обусловленной исключительно низким уровнем заднего и боковых лепестков диаграммы направленности. Предпринятые иракской стороной попытки радиоэлектронного подавления системы АВАКС оказались бесплодными. Эффективность РЛС AN/APY-2 обусловливалась также широким применением в ней цифровой обработки.

В связи с кардинальным изменением концепции боевого применения самолета Е-3 происходит качественный скачок в его развитии. Третья фаза его модернизации включает два проекта: RSIP и Block 30/35.

Проект RSIP (Radar System Improvement Program) направлен на обеспечение дальнего, как и прежде, обнаружения современных воздушных целей, ЭПР которых по сравнению с 1970-ми годами значительно уменьшилась. Это требование относится, прежде всего, к крылатым ракетам, чтобы добиться, по крайней мере, двукратного увеличения дальности действия по ним и достаточного временного интервала для предупреждения об атаке и подготовки мер для ее отражения. Как заявил директор программы модернизации АВАКС полковник П. Крэйг, эта система будет способна обнаруживать цели, составляющие по размерам небольшую долю площади истребителя, на дальности 250 морских миль (425 километров) без заметного увеличения мощности РЛС. По некоторым источникам, эта доля может составлять 1 метр.

Увеличения дальности обнаружения малоразмерных целей предполагается достичь главным образом путем повышения на порядок чувствительности приемной подсистемы РЛС за счет использования нового для АВАКС вида сигнала – со сжатием импульса при приеме с коэффициентом 4:1.

Новый сигнальный процессор обеспечивает существенное повышение скорости аналого-цифровых преобразований в приемнике. Другое важное преимущество нового процессора заключается в том, что он имеет среднее время наработки на отказ 1400 часов, тогда как для старого этот показатель составлял 123 часа.

Если проект RSIP доводит до максимума радиолокационные возможности самолета Е-3, то Block 30/35 превращает его в систему комплексной воздушной разведки и управления, действующую как в активном (радиолокационном), так и в пассивном (РТР) режиме.

Проект Block 30/35 предполагает оснащение самолета Е-3 станцией радиотехнической разведки AB/AYR-1, приемной станцией космической радионавигационной системы NAVSTAR и терминалом системы JTIDS класса 2Н, а также расширение памяти центральной ЭВМ. Главной задачей станции радиотехнической разведки (РТР), как подчеркивается в зарубежной печати, является беззапросное распознавание обнаруженных воздушных целей по их бортовым источникам излучения, в число которых входят самолетные РЛС управления оружием и пилотирования с огибанием рельефа местности, бортовые приемопередатчики навигационной системы TACAN и т д.

Кроме того, определяется режим работы РЛС управления оружием самолета противника: находится ли она в состоянии поиска или уже выполнила захват и сопровождает цель, вырабатывая данные для стрельбы, что представляет собой информацию высшей приоритетности, когда самолет Е-3 управляет действиями своей авиации в воздушном бою. Емкость каталога опорных параметров станции, по данным западной прессы, рассчитана на 5000

радиолокационных режимов, что охватывает до 500 типов РЛС и их носителей.

Самая мощная бомба

Советская сверхмощная водородная бомба занесена в Книгу рекордов Гиннесса. В статье «Самое мощное термоядерное устройство» сообщается: «Термоядерное устройство с взрывной силой, равной приблизительно 57 мегатоннам тротила, была взорвана в бывшем СССР, на архипелаге Новая Земля, в октябре 1961 года. Взрывная волна обошла земной шар 3 раза, сделав первый оборот за 36 часов 27 минут. По некоторым расчетам, мощность взрыва составила от 62 до 90 мегатонн».

Вспоминает Виктор Борисович Адамский, сотрудник теоретических секторов в Арзамасе-16:

«История создания сверхмощной водородной бомбы восходит к 1956 году. Именно тогда А.П. Завенягин, одно время бывший министром среднего машиностроения, предложил создать очень мощное изделие, и нашим коллегам на Урале было поручено его сделать. На свет появился даже корпус будущей бомбы. Но в конце 1956 года Завенягин умер, и работа над изделием прекратилась…

…Летом 1961 года забытая идея в новых условиях возродилась. Если во времена Завенягина создание сверхмощной бомбы выглядело делом преждевременным, да и решение этой задачи технически было прямолинейным, то теперь, с учетом прогресса в наших разработках, задачу можно было решить физически красиво, на совершенно ином уровне.

Во всяком случае, летом 1961 года, когда я вернулся из отпуска и встретился с А.Д. Сахаровым в коридоре, он радостно воскликнул: «О! Вы приехали! Хорошо. Заходите ко мне – тут как раз мы вас ждали». И в присутствии Ю.А. Трутнева и Ю.Н. Бабаева Андрей Дмитриевич рассказал мне о новой задаче – разработать и приготовить к испытанию ближайшей осенью сверхмощное изделие. Андрей Дмитриевич хотел, чтобы я взялся за эту задачу. Вспомнили о хранящемся на Урале сделанном когда-то корпусе и решили новое изделие «вписать» в его габариты. За готовым корпусом и документацией к нему был командирован на Урал один из наших конструкторов С. Воронин».

В первом варианте предполагалось испытать заряд лишь на малую мощность, заполнив основную массу рабочего слоя инертным веществом. Соответственно и мощность в этом варианте была далекой от рекордной – порядка 2,5 мегатонн.

Однако, когда привезли корпус, сам его вид натолкнул Адамского на мысль сделать изделие полномасштабным по мощности. Андрей Дмитриевич Сахаров эту идею поддержал.

«Уже начало работы над изделием, – продолжает Адамский, – быстро

показало, что объективно оно будет самым важным в планируемой на осень серии наших испытаний. Дело было очень ответственным и из-за большого объема расчетов трудоемким. Поэтому его нельзя было поручать только одному исполнителю. Кроме того, Андрей Дмитриевич возложил на меня диспетчерские функции по распределению машинного времени по всем разрабатывавшимся тогда изделиям. Это было очень важно, так как появилась возможность уделять приоритетное внимание расчетам на ЭВМ сверхмощной бомбы.

Вместе с Ю. Смирновым мы производили расчеты и «рисовали», как говорится, в две руки…

…Впечатляющими были и некоторые эксперименты по изделию, проводившиеся на специальных площадках, и масштабы, габариты самого изделия. Когда я однажды оказался в цехе, где оно монтировалось, и внутри бомбы сидел по грудь рабочий и что-то припаивал, у меня возникло невольное сравнение с летчиком в истребителе – так непривычно велика была бомба. Размеры ее поражали и воображение конструкторов.

К этому времени большинство зарядов конструировалось по хорошо зарекомендовавшей себя стандартной схеме. Наш – можно было бы, вероятно, сделать таким же. Но это привело бы к неестественным соотношениям между составляющими узлами. Поэтому мы заложили два новых принципа. Правильнее будет сказать, что один из них уже был заложен в заряде мощностью 20 мегатонн, который вел Г.Е. Клинишев и который должен был испытываться на неделю раньше. Когда его испытание прошло успешно, накал волнений поостыл. Другой принцип имел более существенное значение. Именно его применение открывало возможность создавать заряды неограниченной мощности».

Продолжает Юрий Николаевич Смирнов, бывший с 1960 по 1963 год сотрудником теоретического сектора в Арзамасе-16:

«Неожиданно для меня я также был подключен к работе над сверхбомбой… Сначала мне казалось, что 100-мегатонное изделие вряд ли будет испытываться, и до поры до времени работа над ним большого накала не приобретала. Чудовищная цифра мощности подавляла и не воспринималась как нечто реальное и допустимое. Но постепенно дискуссии вокруг этой бомбы становились определеннее. Вскоре было решено испытывать ее в варианте половинной мощности. Все быстро переменилось. Стало ясно, что из аутсайдера, как мне представлялось в первые дни, это испытание переходит в разряд приоритетных и наиболее ответственных. Сверхбомба в самом деле оказалась на особом счету у Хрущева, своеобразным козырем в его политической игре с Америкой.

В этот период сотрудники теоретических секторов были увлечены перспективами, которые открылись вследствие принципиальных достижений наших физиков в ходе испытаний ядерного оружия в 1955 и 1958 годах. Этот успех оказал огромное влияние на всю последующую работу над советскими

термоядерными зарядами, предопределив исходные концепции и для сверхмощной бомбы. Случилось так, что после выданного Андреем Дмитриевичем задания на разработку 100-мегатонной бомбы моя прошитая, опечатанная, сверхсекретная рабочая тетрадь оказалась под рукой. Адамский и Трутнев на моих глазах быстро набросали на одной из ее страниц принципиальную эскизную схему изделия – в сущности, она и воплотилась в жизнь.

С этого момента и до подрыва изделия Виктор Борисович и я были на работе неразлучны. Все чаще и все дольше мы засиживались в его небольшой комнате, занимаясь расчетами, пока, наконец, не стали задерживаться до глубоких сумерек. Эта работа сблизила нас, сохранив теплоту отношений на все последующие годы…

…Мы не только проводили многочисленные расчеты на ЭВМ и делали прикидочные оценки при изменении параметров, стараясь разобраться в физической картине явлений при «срабатывании» бомбы и стремясь убедиться в эффективности вырисовывающейся конструкции. Мы выезжали к конструкторам для консультаций и согласования технической документации, бывали у экспериментаторов при проведении некоторых модельных опытов. Работа кипела. На заводе появлялись на свет все новые детали и узлы будущей бомбы. Естественно, в ее создание было вовлечено множество самых разных специалистов».

Утром 30 октября 1961 года в 11 часов 32 минуты над Новой Землей на высоте 4000 метров была взорвана бомба мощностью приблизительно в 50 миллионов тонн тротила.

Бомбу нес бомбардировщик Ту-95. Его сопровождал самолет-лаборатория Ту-16, на котором летели и кинодокументалисты. У кинооператоров остались очень яркие воспоминания:

«Жутковато лететь, можно сказать, верхом на водородной бомбе! Вдруг сработает? Хотя и на предохранителях она, а все же… И молекулы не останется! Необузданная сила в ней, и какая! Время перелета к цели не очень большое, а тянется… Мы на боевом курсе. Створки бомболюка открыты. За силуэтом бомбы – сплошная вата облаков… А бомба? Предохранители сняты? Или при сбросе их снимут? Сброс! Бомба пошла и утонула в серо-белом месиве. (Она спускалась с высоты 10500 метров на огромном парашюте.) Тут же захлопнулись створки. Пилоты на форсаже уходят от места сброса… Ноль! Под самолетом снизу и где-то вдали облака озаряются мощнейшей вспышкой. Вот это иллюминация! За люком просто разлился свет – море, океан света, и даже слои облаков высветились, проявились… В этот момент наш самолет вышел между двух слоев облачности, а там, в этом прогале, снизу, появляется громаднейший шар-пузырь светло-оранжевого цвета! Он, как Юпитер, – мощный, уверенный, самодовольный, – медленно, беззвучно ползет вверх… Разорвав беспросветную, казалось бы, облачность, он рос, все увеличивался. За ним, как в воронку, казалось, втянется вся Земля. Зрелище было

фантастическое, нереальное… во всяком случае неземное».

Взрыв был такой силы, что одна из групп участников эксперимента с расстояния в 270 километров от точки взрыва увидела не только яркую вспышку через защитные затемненные очки, но даже почувствовала воздействие светового импульса. В четырехстах километрах от эпицентра взрыва, в заброшенном поселке, были разрушены деревянные дома, а каменные лишились крыш, окон и дверей.

На многие сотни километров от полигона в результате взрыва почти на час изменились условия прохождения радиоволн и прекратилась радиосвязь. Создатели бомбы и руководители эксперимента во главе с председателем государственной комиссии генерал-майором Н.И. Павловым находились на аэродроме на Кольском полуострове под Оленьей. В течение 40 минут они не имели точной информации о том, что же произошло и в каком состоянии экипажи самолетов.

Андрей Дмитриевич Сахаров рассказывал: «В день испытания „мощного" я сидел в кабинете возле телефона, ожидая известий с полигона. Рано утром позвонил Павлов и сообщил, что самолет-носитель уже летит над Баренцевым морем в сторону полигона. Никто не был в состоянии работать. Теоретики слонялись по коридору, входили в мой кабинет и выходили. В 12 часов позвонил Павлов. Торжествующим голосом он прокричал: „Связи с полигоном и с самолетом нет более часа! Поздравляю с победой!" Смысл фразы о связи заключался в том, что мощный взрыв создает радиопомехи, выбрасывая вверх огромное количество ионизированных частиц. Длительность нарушения связи качественно характеризует мощность взрыва. Еще через полчаса Павлов сообщил, что высота подъема облака – 60 километров…»

Тут же в Москву за подписью министра среднего машиностроения Е.П. Славского и Маршала Советского Союза К.С. Москаленко полетела телеграмма: «Москва, Кремль. Н.С. Хрущеву. Испытание на Новой Земле прошло успешно. Безопасность испытателей и близлежащего населения обеспечена. Полигон и все участники выполнили задание Родины. Возвращаемся на съезд». Испытания проводились, когда шел XXII съезд КПСС.

Отснятый 20-минутный фильм о создании супербомбы, о подготовке и проведении ее испытания позднее был показан высшему руководству страны. В завершение фильма диктор торжественно объявлял: «На основе даже самых предварительных данных стало очевидным, что произведенный взрыв является рекордным по своей силе».

В том утверждении не было преувеличения. И в самом деле, мощность взрыва на Новой Земле в десять раз превысила суммарную мощность всех взрывчатых веществ, использованных всеми воюющими странами за все годы Второй мировой войны, включая американские атомные взрывы над городами Японии. Не надо забывать, что мощность взрыва сверхбомбы при полной ее загрузке ядерным «горючим» могла составить сто мегатонн.

После взрыва советской сверхбомбы американские специалисты не могли не

отметить достоинства ее конструкции. По словам известного ученого-атомщика Ральфа Лэппа, в США считалось, что советский «взрыв на высоте всего 4000 метров вызовет весьма значительное выпадение радиоактивных осадков. Но русские удивили западных экспертов. Когда ученые Соединенных Штатов произвели анализ проб продуктов взрыва этой бомбы (отбор проб производился самолетом на большой высоте), они установили: 1) бомба была заключена в свинцовую оболочку и 2) менее 2 процентов энергии взрыва приходилось на реакцию деления, а остальная энергия – на реакцию синтеза. Следовательно, это была чрезвычайно „чистая" бомба, взрыв которой вызвал относительно слабое выпадение радиоактивных осадков…»

Парадоксально, но взрыв сверхбомбы как символ опасной и безудержной ядерной гонки пусть косвенно, но способствовал успеху переговоров сверхдержав. 5 августа 1963 года был заключен Московский договор о запрещении испытаний ядерного оружия в атмосфере, в космическом пространстве и под водой.

Управляемые авиационные бомбы

Управляемые авиационные бомбы (УАБ) являются одним из наиболее эффективных видов авиационного оружия, предназначенного для нанесения ударов по наземным (надводным) целям.

Пионерами в создании таких бомб стали Германия и США. Разработка первой немецкой управляемой бомбы под руководством доктора Макса Крамера началась в 1938 году. 9 сентября 1943 года эскадрилья бомбардировщиков Do-217 провела точное бомбометание по итальянским кораблям с высоты более 8 километров за пределами досягаемости огня зенитных средств. Две бомбы попали в верхнюю палубу линкора «Рома», после чего он затонул. Значительные повреждения получил также линкор «Италия». Немецкие самолеты были вооружены управляемыми бомбами PC-1400X («Фриц X») с радиокомандным наведением. Масса ее боевой части составила 1400 килограммов, а дальность планирующего полета – 8 километров при сбрасывании со средних высот.

В США боевое применение управляемых авиационных бомб началось в декабре 1944 года. С помощью УАБ AZON и RAZON самолеты ВВС разрушили в Бирме железнодорожный мост, который ранее тщетно пытались уничтожить обычными авиабомбами. Уже в 1945 году авиация ВМС имела на вооружении УАБ типа «Bat» с достаточно совершенной для того времени активной радиолокационной головкой самонаведения. Эти бомбы использовались для нанесения ударов по японским кораблям.

Однако бурное развитие управляемых бомб вскоре было приостановлено из-за абсолютизации возможностей ядерных боеприпасов. Лишь в 1960-е годы американские фирмы вновь приступили к разработке управляемых

авиационных бомб. При этом они учли последние достижения в области создания систем наведения. Во время войны во Вьетнаме ВВС США испытали УАБ в боевых условиях, и, прежде всего, для разрушения таких малоразмерных целей, как мосты.

Убедительные результаты, подтверждающие высокую эффективность УАБ, были получены в ходе операции «Буря в пустыне». Здесь управляемые бомбы использовались очень активно. Значительная часть авиаударов была нанесена с помощью УАБ во время войны в Югославии в конце XX века.

Проведенные в США исследования показали, что по критерию «стоимость-эффективность» УАБ предпочтительнее неуправляемых бомб. Опыт боевого применения управляемых бомб в Индокитае показал, что расход этих боеприпасов на поражение цели был в 50-100 раз меньше, чем неуправляемых бомб, а материальные затраты, даже без учета потерь носителей при массированных налетах, значительно ниже.

В управляемых авиационных бомбах сочетаются высокие поражающая способность боевой части обычных авиабомб и точность наведения на цель управляемых ракет класса «воздух – поверхность» Отсутствие двигателя и топлива к нему позволяет при равной с управляемыми ракетами стартовой массе доставить к цели более мощную боевую часть. Так, если у авиационных управляемых ракет отношение массы боевой части к стартовой массе составляет 0,2-0,5, то для УАБ оно примерно равно 0,7-0,9.

Оптимальное аэродинамическое проектирование и улучшение несущих свойств крыла позволяют значительно увеличить дальности действия УАБ и перекрыть почти всю зону применения тактических управляемых ракет класса «воздух – поверхность». Наличие систем управления и наведения, зачастую унифицированных с аналогичными системами управляемых ракет, придает УАБ все свойства высокоточного авиационного оружия, предназначенного для поражения особо прочных малоразмерных целей. Благодаря простоте изготовления и эксплуатации УАБ дешевле, чем управляемых ракет.

Естественно, что УАБ по некоторым характеристикам уступают управляемым ракетам. У них меньше средняя скорость полета к цели, уже диапазоны перегрузок для устранения ошибок наведения, а также допустимых начальных ошибок пуска. Ограниченно их применение на малых высотах. Поэтому управляемые авиабомбы не составляют конкуренции управляемым ракетам и не заменяют их.

Развитие управляемых авиационных бомб происходило по нескольким направлениям. Наиболее простыми и дешевыми оказались УАБ с полуактивной лазерной системой наведения, создаваемые на базе боевых частей штатных авиабомб. Начало этому классу УАБ первого поколения было положено в 1965 году. Тогда в ВВС США выработали концепцию LGB (Laser Guided Bomb). Она предусматривала оснащение штатных авиабомб комплектами аппаратуры управления и наведения типа KMU, а также несущими поверхностями. Использование обычных авиабомб было эффективным решением. Это

позволило сделать новый вид оружия массовым, а модернизацию и эксплуатацию несложной и недорогой.

«Конструктивно бомбы, создаваемые по этим программам, – пишет Е. Ефимов в „Зарубежном военном обозрении“, – практически одинаковы: передний отсек со стандартным лазерным флюгерным координатором цели, блоком наведения, блоком управления с источником питания, рулями и приводом рулей; боевая часть штатной бомбы; хвостовая часть с аэродинамическими поверхностями.

Обнаруженная оператором цель облучается (подсвечивается) лучом лазера с обеспечивающего самолета, самолета-носителя или с наземного пункта. Отраженная от цели лазерная энергия распространяется в пространстве в соответствии с диаграммой обратного рассеивания. После сброса с самолета-носителя, пилот которого осуществляет прицеливание так же, как и при бомбометании неуправляемыми бомбами, УАБ некоторое время летит без захвата лазерного излучения, отраженного от цели, по обычной баллистической траектории. Флюгерный лазерный координатор цели (ФЛКЦ) ориентирует ось чувствительности лазерного приемника излучения по вектору скорости бомбы. После того как отраженная лазерная энергия попадет в поле зрения ФЛКЦ, система управления УАБ отклоняет рули таким образом, чтобы движение бомбы осуществлялось по вектору дальности цели. В этом случае вектор скорости бомбы и направление, с которого приходит отраженное лазерное излучение, должны совпадать.

Основное отличие систем наведения этих авиабомб состоит в том, что в ФЛКЦ используется обработка принимаемого лазерного излучения в кодирующем устройстве. Оно синхронизирует работу системы наведения с конкретным целеуказателем. В таком случае исключается наведение УАБ на «чужой» отраженный сигнал лазерного целеуказателя, и в процессе групповой атаки нескольких носителей не происходит наведения нескольких УАБ на одну и ту же цель. Кроме того, ФЛКЦ с помощью кодирующего устройства перестает принимать ложные лазерные пятна, создаваемые противником, повышая устойчивость УАБ к оптико-электронному противодействию».

Переход ко второму поколению ознаменовался качественным совершенствованием головки самонаведения и появлением раскрывающихся аэродинамических поверхностей. Бортовой автопилот стал парировать не только стартовые возмущения, но и крен бомб. Это позволило повысить дальность и точность бомбометания. Наиболее распространенной системой наведения становится лазерная полуактивная.

Для действий с малых и предельно малых высот в начале 1980-х годов в США была создана серия УАБ третьего поколения «Пейвуэй-3» с полуактивной лазерной системой наведения: GBU-22, – 23 и -24.

Эти бомбы обладают повышенной дальностью планирования за счет оснащения их крылом увеличенной площади и оптимизации траектории

полета, выбираемой автопилотом. Они имеют гироплатформу и микропроцессор, вырабатывающий команды управления. Для преодоления недостатков ФЛКЦ вместо флюгерного был установлен гиростабилизированный лазерный координатор.

Для УАБ третьего поколения одной из основных проблем является координация действий самолета-носителя и оператора, осуществляющего подсветку цели лазерным лучом, поскольку при бомбометании с малых высот нельзя проводить подсветку с самолета-носителя. В настоящее время именно согласованность действий обеспечивающего самолета и носителя ограничивает возможности бомб с полуактивными лазерными системами самонаведения. Этих недостатков лишены УАБ с телевизионными и тепловизионными координаторами цели пассивного типа, которые могут реализовать принцип «выстрелил – забыл».

Другое направление развития УАБ – создание авиабомбы специальной конструкции, не ориентированной на массовое использование готовых частей. В январе 1965 года командование ВМС США заключило контракт с фирмами «Мартин Мариэтта» и «Хьюз» на разработку УАБ с телевизионным координатором цели (ТВКЦ). Первая телеуправляемая бомба AGM-62 «Уоллай-1» была принята на вооружение в 1966 году. Всего выпущено 8000 таких бомб. Телекоординатор позволял обнаружить цель, захватить ее на автосопровождение, затем происходил сброс бомбы. Дальнейшая связь самолета-носителя с УАБ прекращалась, он мог выполнять любые маневры, а бомба в автономном режиме наводилась на цель.

Впервые американская авиация применила «Уоллай-1» в 1967 году во Вьетнаме. Точность попадания в цель оказалась очень высокой, во время налета на военный городок бомбы попадали прямо в окна казарм. Было разрушено несколько важных мостов и ханойская электростанция, прикрываемая сильной ПВО.

«В отличие от лазерных бомб, у которых движение к цели происходит по крутым, отвесным траекториям, – отмечает Е. Ефимов, – они могут быть условно названы падающими. УАБ типа „Уоллай" с развитой аэродинамикой лучше управляются, осуществляют планирующее снижение к цели, поэтому иногда их называют планирующими. Вторая модификация – AGM-62A „Уоллай-2" – была оснащена телевизионно-командной системой наведения, позволяющей экипажу производить бомбометание по целям с известными координатами при отсутствии визуального контакта с ними.

Наведение УАБ осуществляет оператор по радиолинии управления. Источником информации для выработки команд служит телеизображение, которое транслируется с авиабомбы на борт носителя. После сброса УАБ самолет может менять курс, при этом оператор продолжает управлять бомбой вплоть до попадания ее в цель. Ориентируясь по хорошо видимым объектам, он в состоянии наводить УАБ на замаскированные и неконтрастные цели, поскольку при приближении к ним улучшается разрешающая способность

системы, а плохая видимость между бомбой и носителем (например, облака) не мешает процессу наведения. Большая дальность планирования AGM-62A дает возможность применять их без захода в зону ПВО цели. Наведение УАБ с другого носителя позволяет паре самолетов сбросить четыре бомбы в одном заходе и выполнять различные тактические приемы».

Поколение «четыре», активно разрабатываемое сейчас в США, опирается на глобальную спутниковую навигационную систему GPS, что сокращает стоимость бомб в три-четыре раза, и комплексирование головок самонаведения разного типа, преимущественно ИК-диапазона. Это позволяет резко повысить дальность сброса, исключив нахождение самолета-носителя в зоне ПВО противника.

В СССР первые разработки УАБ появились после успешного применения американцами управляемых авиабомб в Корее. Однако вскоре они были свернуты. «Вторая волна» разработок УАБ, которые в нашей стране называли «корректируемые» – КАБ, последовала за успешным применением американских боеприпасов в конце 1960-х годов в Юго-Восточной Азии.

Тогда в 1971 году отставание от США в этой области было более чем десять лет. Но уже через три года началось серийное производство отечественной корректируемой авиабомбы и в 1976 году КАБ-500 поступила на вооружение ВВС СССР.

В 1981—1985 годы были в основном готовы бомбы второго и третьего поколений с различными типами систем наведения и боевых частей: КАБ-500Кр с телевизионно-корреляционной головкой самонаведения и бетонобойной БЧ; КАБ-1500Л-Ф, КАБ-1500Л-Пр с полуактивной лазерной головкой самонаведения и боевыми частями фугасного и проникающего типа. Во всех образцах, кроме КАБ-500, используются бипланные рули, как наиболее эффективные для управления бомбами.

Концепция применения таких рулей предусматривает поражение важных максимально защищенных целей. Боевая часть проникающего типа, выполнена в толстостенном корпусе. Она обладает еще и вторичным, осколочным действием. После разрушения преграды бомба проникает внутрь цели, где поражает все защищаемое пространство не столько мощным фугасным действием, сколько высокой энергией тяжелых осколков.

Все созданные КАБ второго и третьего поколений по своим боевым характеристикам не уступали зарубежным аналогам, а у КАБ-500Кр зарубежных аналогов не было.

КАБ-500Кр обладает высокой точностью наведения на цели, в том числе и слабоконтрастные и хорошо замаскированные, положение которых известно относительно окружающих ориентиров на местности. Бомба наводится на условную точку, заданную маркером. КАБ-500Кр оснащена универсальной 380-килограммовой фугасно-бетонобойной частью, имеет высокую помехозащищенность, реализует принцип «сбросил – забыл». Один самолет одновременно может сбросить сразу несколько КАБ-500Кр по разным целям.

Точность попадания, неоднократно подтвержденная на практике, весьма высока – круговое вероятное отклонение составляет менее трех метров.

Атомные авианосцы типа «Нимиц»

14 ноября 1910 года американский летчик Юджин Эли впервые в мире взлетел с палубы корабля, а три месяца спустя он же впервые удачно посадил свой самолет на палубу крейсера «Пенсильвания». Так спустя семь лет после первых полетов братьев Райт родилась корабельная авиация. Дальнейшее развитие тактики и техники корабельной авиации выявило необходимость создания специальных палубных самолетов и кораблей – авианосцев.

США одни из первых в мире начали строительство авианосцев, руководствуясь принятой конгрессом еще в 1915 году программой создания флота, не уступающего ВМС любой другой державы. К началу Второй мировой войны в составе американских ВМС было пять авианосцев, а промышленность была готова к их серийному строительству. В 1939—1945 годах в строй вошли 143 авианосца: 28 тяжелых и легких, а также 115 эскортных. Еще 20 кораблей были переданы флоту в первые послевоенные годы.

Однако все громче стали звучать голоса, что не стоит тратить огромные деньги на устаревшее оружие. Но Вьетнам заставил умолкнуть критиков плавучих аэродромов. Боевой опыт показал, что подобные корабли незаменимы в локальных войнах. Именно с середины 1960-х годов широко распространилось словосочетание «дипломатия авианосцев»…

Важным этапом в истории авианосных сил стало создание авианосца с ядерной энергетической установкой (ЯЭУ). В 1961 году ВМС США получили первый атомный авианосец CVN-65 «Энтерпрайз», опыт участия которого в войне во Вьетнаме в значительной мере определил дальнейшую судьбу кораблей этого класса.

В 1968 году было принято решение о строительстве новой серии авианосцев. 22 июня 1968 года был заложен первый атомный многоцелевой авианосец типа «Нимиц», строительство которого продолжалось четыре года, а передача флоту состоялась 3 мая 1975 года. Имея полное водоизмещение 91000 тонн, он стал самым большим боевым кораблем в мире. Корабль вошел в состав 6-го флота, оперировавшего в самом потенциально горячем районе вероятной третьей мировой войны – Средиземном море.

Серия кораблей типа «Нимиц» стала крупнейшей в послевоенный период. Все авианосцы этого типа были построены и продолжают строиться на верфи компании «Ньюпорт-Ньюс шипбилдинг энд драй док» в городе Ньюпорт-Ньюс, штат Вирджиния. Это одно из крупнейших судостроительных предприятий в США и единственное, строящее атомные авианосцы.

Для новых кораблей специально разрабатывались ядерные реакторы большой мощности. Проектом предусматривалась установка всего двух

реакторов вместо восьми на «Энтерпрайзе». Именно задержки с созданием реакторов привели к двухлетней приостановке работ на первых двух авианосцах «Нимиц» и «Дуайт Д. Эйзенхауэр».

По оценке американских специалистов, при проектировании авианосца «Нимитц» в качестве боевой комплексной системы «корабль – авиационное крыло» были найдены оптимальные решения интеграции всех компонентов: корпуса корабля, главных и вспомогательных машин и механизмов, обеспечивающих систем и оборудования, авиационной техники и оружия, помещений для экипажа авианосца, а также личного состава авиакрыла.

Перспективность корабля оценивается в первую очередь по его боевой эффективности, а не только по технико-экономическим характеристикам. Атомные авианосцы с учетом многих факторов на 20-25 процентов превосходят корабли этого класса, имеющие котлотурбинную энергетическую установку.

Все корабли конструктивно практически одинаковы, однако, начиная с четвертого, имеют увеличенные полное водоизмещение, осадку и период между перезарядками топлива ядерных реакторов (до 15 лет). Они могут отличаться составом действующих с них авиакрыльев, комплексом радиоэлектронного вооружения, а также наличием дополнительного оборудования. Например, на авианосце «Карл Винсон» установлен тренажерный комплекс, позволяющий отрабатывать учебно-боевые задачи в масштабе соединения.

Авианосцы класса «Нимиц» являются одними из крупнейших в мире боевых кораблей. Порожнее водоизмещение «Теодора Рузвельта» – 73973 тонны, а полное – 91487 тонн. «Авраам Линкольн» и последующие имеют уже полное водоизмещение в 102000 тонн. Длина корпуса «Авраама Линкольна» – 332,9 метра, ширина – 40,8 метра, осадка – 11,7 метра, длина полетной палубы – 332,9 метра, угловой – 237,7 метра. Наибольшая ширина полетной палубы составляет 78,3 метров, высота от киля до топовых огней – 73,2 метра, равная высоте двадцатичетырехэтажного здания.

Корпус авианосца сварной, из стальных листов, несущие конструкции и полетная палуба сделаны из броневой стали. Всего на строительство авианосца уходит 60000 тонн стали и 1360 тонн присадочных материалов. На корабле имеется более четырех тысяч помещений различного назначения. Штатный экипаж корабля – 3200 человека, численный состав авиакрыла – 2480 человек. Всего на корабле можно разместить 6286 человек.

В состав паропроизводящего блока ядерной энергетической установки входит водо-водяной реактор с двумя автономными петлями первого контура, два парогенератора, циркуляционные насосы, система компенсации объема, другие вспомогательные системы и агрегаты. Тепловая мощность реактора – около 90 МВт.

Ядерная энергетическая установка из двух водо-водяных реакторов типа A4W/A1G приводит в действие четыре паровые турбины общей мощностью

280000 лошадиных сил. Такие мощные турбины при помощи четырех гребных винтов, каждый из которых имеет диаметр 6,4 метра и весит почти три тонны, позволяют развивать наибольшую скорость хода – более тридцати узлов. Есть четыре резервных дизеля мощностью 10720 лошадиных сил. Дальность плавания между плановыми заменами ядерного топлива реакторов (через 13-15 лет эксплуатации) доходит до миллиона миль. Имеются два якоря массой по 30 тонн. На корабле установлены четыре руля, каждый массой 65 тонн, обеспечивающих диаметр циркуляции 1500—1800 метров – пять-шесть длин корпуса корабля.

Вооружение корабля: три зенитных ракетных комплекса «Си Спарроу» и четыре 20-миллиметровых зенитных артиллерийских комплекса «Вулкан – Фаланкс». Бортовое вооружение предназначено для обеспечения защиты корабля, главным образом от воздушного противника, прорвавшего дальний и средний рубежи ПВО авианосной ударной группы. Два трехтрубных 324-миллиметровых торпедных аппарата служат для борьбы с торпедами, наводящимися по кильватерному следу.

Радиоэлектронные средства включают: радиолокационные станции обнаружения, управления воздушным движением и навигации, станции спутниковой системы связи SATCOM, управления с цифровыми линиями связи, станции радиоэлектронной борьбы и постановки помех, станции ЗРК, а также навигационную систему TACAN (Tactical Air Navigation System). Последняя обеспечивает одновременно до ста самолетов данными об их местонахождении в радиусе трехсот миль от авианосца.

Авиационное вооружение включает обычно до 86 боевых самолетов и вертолетов палубной авиации восьми-девяти типов. На авианосце «Теодор Рузвельт», участвовавшем в боевых действиях против Ирака в январе 1991 года в составе авиакрыла, насчитывалось 78 самолетов (20 F-14 «Томкэт», 19 F/A-18 «Хорнет», 18 A-6E «Интрудер», пять EA-6B «Проулер», четыре E-2C «Хокай», восемь S-3B «Викинг» и четыре KA-6D), а также шесть вертолетов SH-60H.

Полетная палуба общей площадью 18200 квадратных метров состоит из взлетного, посадочного и паркового участков. Большая ее часть сделана из съемных стальных листов, что позволяет достаточно быстро заменять поврежденные участки. Специальное покрытие обеспечивает надежное сцепление с ним колес шасси самолетов.

Взлетный участок, оснащенный четырьмя паровыми катапультами типа C13-1, длиной 92,1 или 94,5 метра и массой 180 тонн, обеспечивает последовательный с минимальным интервалом в двадцать секунд взлет самолетов массой до 43 тонн со скоростью при отрыве от палубы около 300 километров в час. Посадочный участок оборудован специальными техническими средствами обеспечения привода и посадки самолетов на скорости до трехсот километров час.

Как пишет в журнале «Зарубежное военное обозрение» В. Аксенов: «На

парковом участке располагаются самолеты и вертолеты до и после полетов, а также самолетоподъемники, элеваторы для подачи на палубу боеприпасов, поворотные отражатели газовых струй катапультируемых самолетов, посты обеспечения и обслуживания авиационной техники и оружия. Галерейная палуба, размещенная на сильно развитых спонсонах, поддерживающих полетную палубу, образует беспиллерсное пространство, где находятся боевой информационный центр, помещения для экипажей самолетов, готовящихся к вылету, посты управления авиационно-техническими средствами, внутренние агрегаты катапульт и аэрофинишера, посты боевой части связи, каюта командира корабля, кубрики личного состава, механизмы обеспечения и обслуживания полетов.

Главная (ангарная) палуба, большая часть которой (60 процентов объема) отведена для обслуживания и текущего ремонта авиационной техники, занимает по высоте примерно три межпалубных пространства (7,6-7,8 метра). Ее емкость позволяет разместить здесь 30-40 процентов летательных аппаратов авиакрыла. В носовой части корабля между галерейной и ангарной палубами находятся две промежуточные, где расположены посты боевого управления, авиационные ремонтные мастерские, жилые помещения и якорные устройства.

На трех следующих палубах находятся: вспомогательные машины и механизмы, аппаратура гидроакустической станции, кают-компания офицерского состава, столовые, камбузы, медицинские и жилые помещения, типография, прачечная, складские помещения авиационной техники и оружия, продовольственные кладовые.

На нижних платформах и трюмной палубе размещены главная и резервные энергетические установки с биологической защитой ядерных реакторов и комплексом вспомогательных механизмов. Здесь же находятся погреба боезапаса, хранилища авиационного топлива и пресной воды, кондиционеры, холодильники, морозильные камеры и т д.».

Использование в качестве главной энергетической установки ядерного реактора позволило не только значительно увеличить автономность и дальность плавания, но улучшить конструктивную защиту корабля от воздействия оружия массового поражения. Стало возможным практически полностью герметизировать корпус авианосца, поскольку для работы ЯЭУ не требуется воздух, а значит, отсутствуют дымовые трубы и дымоходы.

Конструктивная защита авианосца включает надводную часть и подводную. Она предназначена для предохранения жизненных центров корабля от контактных взрывов обычных противокорабельных ракет, артиллерийских снарядов, торпед. Днище защищено бронированным настилом непотопляемости (второе дно) и переборками, в пространство между которыми запрессован пористый заполнитель специального состава.

Жизненно важные центры бронированы кевларом толщиной 63,5 миллиметра. Для корабельной техники и боевых средств предусмотрено

дублирование, резервирование и рассредоточение. Личный состав располагает системами регенерации и кондиционирования воздуха, аппаратурой дозиметрического контроля, санитарно-медицинского обеспечения и обслуживания. Значительное внимание при создании авианосца было уделено вопросам снижения интенсивности физических полей (гидроакустического, теплового, электромагнитного и других).

«Пожаробезопасность обеспечивается стационарными автоматическими системами, самоходными пеногенераторными установками, переносными огнетушителями, – пишет В. Аксенов. – Предусмотрена возможность определения зоны пожара и управления средствами пожаротушения с ходового мостика или с поста управления авиацией на полетной палубе, расположенными в надстройке. Ангарная палуба снабжена противопожарными шторами, которые в течение 30 секунд могут отсечь район возгорания.

Турбогенераторы общей мощностью 64000 кВт обеспечивают авианосец электрическим током различного напряжения и частоты. Предусмотрена высокая степень живучести электроцепей, в том числе путем распределения энергии по защищенной броней кольцевой магистрали. Общая длина электрических кабелей на авианосце превышает 1660 километров».

Самым крупным конфликтом последней четверти XX века, в котором приняли участие американские авианосцы, стала операция многонациональных сил против Ирака в 1990—1991 годах.

Под эгидой ООН собралась огромная военная машина, в частности, США сосредоточили крупнейшую со времен войны во Вьетнаме авианосную ударную группировку. Боевые действия начались при незавершенном развертывании авианосных групп: «Теодор Рузвельт» прибыл в Персидский залив из Красного моря только 20 января. На переходе он держал среднюю скорость 32 узла. Далеко не каждый корабль способен показать подобный результат. Палубные самолеты привлекались для нанесения ударов по группировкам сухопутных войск Ирака, оказания непосредственной поддержки подразделениям морской пехоты, ведения разведки и т д. Истребители F-14 сопровождали стратегические бомбардировщики B-52. Средствами ПВО Ирака в воздушных боях было сбито, по данным Пентагона, семь палубных самолетов.

Десятый и последний корабль типа «Честер У. Нимиц» планируется заложить в 2002 году, вступить в строй он должен в 2008 году. Корабль пока никак не назван (предполагается «Джордж Г.У. Буш») и в документах Пентагона проходит под шифром CVN-77. Хотя этот авианосец и считается десятым в серии, он будет занимать промежуточное положение между кораблями типа «Честер У. Нимиц» и перспективными авианосцами CVNX, которые будут составлять основу морской мощи США в XXI веке. На корабле CVN-77 будет полностью обновлено бортовое электронное оборудование. Новая аппаратура позволит построить интегрированную боевую информационную систему управления, слежения, разведки и связи, которая

сможет осуществлять обмен информацией в реальном масштабе времени между перспективными боевыми кораблями различных классов. Вместо леса антенн, выросшего на островных надстройках авианосцев, на CVN-77, вероятно, будут установлены одна-две конформных многофункциональных антенны с фазированными решетками. Сама надстройка тоже будет перепроектирована с использованием конструкций из композиционных материалов, что позволит снизить радиолокационную сигнатуру корабля.

В 1996 году началась разработка перспективного авианесущего корабля CVN-78. Авианосец будет иметь усовершенствованную силовую установку, представляющую собой комбинацию ядерной энергетики и газовых турбин, в то же время не исключается возможность полного отказа от ядерных реакторов. Предполагаемый отказ от применения на корабле атомной энергии связан с соображениями экономии финансовых средств, поскольку ядерная силовая установка «съедает» 15-20 процентов стоимости авианосца и 5-10 процентов стоимости жизненного цикла. Паровые катапульты предполагается заменить на электромагнитные, однако считается, что перспективные катапульты будет очень трудно совместить с существующими и даже с перспективными палубными самолетами. Электромагнитные посадочные устройства могут прийти и на смену традиционным аэрофинишерам. Высокий технический риск новых систем взлета и посадки компенсируется их техническими преимуществами: большее положительное ускорение на взлете и меньшее отрицательное при посадке. Кроме того, замена паровых катапульт позволит отказаться от котельных отделений, последнее особенно существенно, если будет принято решение строить атомный авианосец.

Атомные подводные лодки

«Наутилус» – название первой в мире атомной подводной лодки сегодня известно всем военно-морским специалистам. Строительство силовой установки для нее («Марк-2») атомная промышленность США начала в 1954 году и завершила к концу декабря. С 17 января 1955 года «Наутилус» в течение шести дней проходил в море сложные, продолжительные испытания на больших скоростях, во время которых погружался свыше пятидесяти раз. За 84 часа лодка преодолела в подводном положении расстояние около 13 тысяч миль, превысив в десять раз рекорд дальности плавания в подводном положении и показав рекордную среднюю скорость в 16 узлов.

Советский Союз спустил на воду атомную субмарину значительно позже. Советские конструкторы предложили заложить подобный корабль еще в конце 1940-х. Но курировавший советскую атомную промышленность Берия решил по-другому: сначала бомба, потом все остальное. Сталин поддержал его. Средств на две ядерные программы у страны не было.

Решение о разработке атомной подводной лодки в СССР было принято лишь

в сентябре 1952 года. Закладка опытной торпедной АПЛ (проекта 627) состоялась в Северодвинске 15 сентября 1955 года. В это время в Вашингтоне уже готовилась программа создания атомных подводных лодок с баллистическими ракетами (ПЛАРБ). Строилась советская субмарина – «Ленинский комсомол» – также дольше американской, она вступила в строй лишь в 1958 году. В Северодвинске в 1958—1964 годах, кроме опытной АПЛ, было построено и передано флоту 12 серийных многоцелевых АПЛ проекта 627А («Кит» по классификации НАТО).

Как свидетельствуют специалисты, первые советские атомные лодки, имея вдвое более мощную ядерную энергетическую установку и лучшие скоростные качества, чем у американских АПЛ, значительно уступали им в скрытности. Советские конструкторы, в отличие от американских, решили первые АПЛ строить с двумя энергетическими установками. Они имели два реактора и являлись двухвальными, так как их предполагалось использовать на Севере. Так или иначе, гонка подводных ядерных вооружений перешла в практическую плоскость.

Здесь уместно сделать одно отступление. В конечном счете строительство стратегического флота СССР и США свелось к следующей формуле – создание атомных подводных лодок и установка на них баллистических и крылатых ракет.

СССР форсировал строительство атомных подлодок. И все же отставание от Соединенных Штатов в начале 1960-х было значительным. В ноябре 1960 года на патрулирование в океан вышла первая американская ПЛАРБ «Джордж Вашингтон». Она несла на своем борту 16 баллистических ракет «Поларис А1» с дальностью стрельбы 2200 километров.

К середине 1965 года в составе ВМС США было около тридцати ПЛАРБ типа «Джордж Вашингтон», «Итен Аллен» и «Лафайетт», на вооружении которых находились ракеты «Поларис» трех модификаций. До 1976 года США господствовали в области морских стратегических вооружений, имея преимущество в количестве и качестве АПЛ, в баллистических ракетах для них.

Владимир Здорнов в журнале «Техника и вооружение» пишет:

«Ответные шаги делает Советский Союз, предпринимая настойчивые усилия к достижению паритета на море в стратегическом звене. В 1967-м судостроительная промышленность передала флоту головные АПЛ нового поколения трех классов (стратегическую, ударную, многоцелевую). Особенно ярко усилия советских конструкторов и судостроителей воплотились в создании ракетного подводного крейсера стратегического назначения (РПКСН) проекта 667А („Навага") – головной корабль в состав флота вступил в том же 1967-м. Он нес на борту 16 ракет РСМ-25, а потому стал на то время самым крупным (водоизмещение порядка 10 тысяч тонн) из отечественных субмарин. Его навигационные средства обеспечивали уверенное плавание и применение ракет в приполюсных районах. Новый ракетный комплекс Д-5, установленный

на крейсере, по сути представлял из себя новое поколение морского баллистического ракетного оружия. Он обеспечивал автоматическую предстартовую подготовку ракет, а данные для стрельбы вырабатывались специализированной ЭВМ. Ракета поражала цели на расстоянии 2500 километров.

СССР начал догонять США. И тогда ответный шаг делает Вашингтон. В состав ВМС в начале семидесятых годов стали поступать новые подводные атомные лодки с баллистическими ракетами типа «Лафайет» и «Джеймс Медисон», вооруженные ракетами «Посейдон» с разделяющимися головными частями, дальность стрельбы которыми достигала 4600 километров, а головная часть обладала уже 14 боезарядами по 40 Кт, ПЛАРБ прежних серий «Джордж Вашингтон» и «Итен Аллен» были перевооружены – на их борту были установлены ракеты «Поларис А3». Американцы теперь могли наносить ядерные удары по Москве, другим административным и промышленным центрам СССР из Средиземного моря, Северной Атлантики, Северного Ледовитого океана.

Не оставшись в долгу, СССР первым в мире создает РПКСН – проект 667Б («Мурена») – с межконтинентальной баллистической ракетой, их на борту 12. Головной корабль вступил в строй в 1972 году. Ракета РСМ-40, установленная на нем, обладала гораздо большей, чем у указанных американских ракет, дальностью стрельбы и равнялась той, что закладывалась в разрабатываемую в США в то время ракету нового поколения «Трайдент-1»»

В начале 1980-х СССР и США вступили в новый этап ядерного подводного противостояния, на верфи супердержав были заложены подводные атомоходы третьего поколения. Впервые морские стратегические системы с сопоставимыми характеристиками Москва и Вашингтон ввели почти одновременно. В 1981 году в состав советского ВМФ вошел головной подводный ракетоносец системы проекта 941 «Акула», известный сейчас под название «Тайфун», а в состав военно-морских сил США – суперсубмарины «Огайо». Всего в 1981—1989 годах в Северодвинске было построено шесть подлодок проекта 941.

Что же представляет российский ракетный подводный крейсер стратегического назначения «Тайфун»?

Его длина – 175 метров, ширина – 25 метров, а высота вместе с рубкой без выдвижных устройств – 26 метров. Полное водоизмещение «Тайфуна» составляет 33800 тонн. Это самый крупный подводный корабль мира. Рекорд, видимо, навсегда останется за «Тайфуном»

Примерно таких же размеров американская субмарина «Огайо», в противовес которой строился «Тайфун». Но между ними и большие отличия. «Огайо» – однокорпусная. Внутри же стальной оболочки «Тайфуна» два особо прочных титановых корпуса диаметром по десять метров. Безусловно, и это повлияло на водоизмещение. Энергией корабль обеспечивают два водо-водных ядерных реактора мощностью 190 мегаватт. Экипаж (их два) – около

170 человек.

Ракетоносец типа «Тайфун» способен нанести ядерный удар, в двадцать тысяч раз превышающий по мощности атомную бомбу, сброшенную на Хиросиму. Его ракеты и боеголовки могут стереть с лица земли двести городов.

«Тайфун» – самый малошумный, по сравнению со своими российскими предшественниками корабль и не уступает по этому важному показателю субмаринам США.

В 1995 году конгресс США, ознакомившись с подготовленным военной разведкой докладом, был шокирован: оказалось, что производимые в России многоцелевые атомные подводные лодки улучшенного типа «Тайфун» по малошумности превосходят разрабатываемые в США на основе ПЛА типа «Лос-Анджелес» проекты новых подводных лодок. Данный факт говорит о том, что Россия все еще сохраняет лидирующее положение в этой области.

Какие же требования будут предъявляться к подводным лодкам в ближайшем будущем?

В современных условиях только малошумные подводные лодки способны скрытно перемещаться в заданные районы и только их гидроакустические средства позволяют обнаружить противника на больших расстояниях и тем самым дают возможность своевременно применять оружие или уклоняться от столкновения.

В общих чертах прогнозирует некоторые главные особенности развития этого вида вооружения генеральный конструктор и начальник ЦКБ МТ «Рубин» Игорь Спасский:

«…Для повышения величины малошумной скорости предпочтительнее применение однокорпусного исполнения основной части длины подводной лодки. При этом необходимо находить разумный компромисс для обеспечения максимально возможных требований по непотопляемости, что определит целесообразность запаса плавучести объемом порядка 15 процентов. (Напомню, что подводные лодки России в среднем имеют запас плавучести около 25 процентов, а США – около 10 процентов.)

Подводные лодки, как правило, будут одновальными с целью значительного уменьшения шумности на больших скоростях и повышения экономичности. Это будет несколько снижать живучесть подводной лодки, что имеет особое значение для безопасного плавания в арктических условиях подо льдом. Поэтому потребуются надежные резервные средства движения, типа откидных или выдвижных движительных колонок, или иные конструктивные решения, не нарушающие плавность обводов корпуса.

По совокупности многих качеств при проектировании главных движителей более широкое применение найдут водометные принципы.

…Дополнительно должны быть исследованы все «за» и «против» в традиционно принятых конструкциях и формах ограждения рубки… Целесообразнее вообще не иметь ограждения рубки, но это будет возможно только при создании принципиально новых конструкций радиосвязных и

радиолокационных антенных, а также перископных систем (оптиковолоконные всплывающие оконечные устройства) и телескопических шахт подачи воздуха для работы двигателя под водой. По-видимому, это можно будет реализовать за счет некоторого плавного приполнения надстройки и, например, выдвижного (из прочной шахты) ходового мостика для вахты в надводном положении. Реализация изложенных принципов будет возможна в не очень близком будущем.

У России большой опыт строительства атомных ПЛ из титановых сплавов (построено 8 единиц). Применение этого материала для корпуса лодок открывает дорогу к увеличению глубины погружения и резкому снижению магнитного поля, уменьшает эксплуатационные расходы на содержание корпуса, но пока еще ощутимо отражается на стоимостных показателях. И в серийном производстве ПЛ титан в обозримом будущем не будет применяться, за исключением единичных подводных объектов различных специальных назначений.

…Облик баллистических ракет стратегического назначения и их количество на атомных лодках во многом диктуются международными соглашениями по ограничению этого вида оружия. Тенденция к резкому снижению массо-габаритных характеристик ракет однозначна и будет определяться разумным сочетанием количества и мощности разделяющихся боеголовок, а также, как правило, исключением ряда сверхвиртуозных задач, возлагаемых ранее на эти ракеты.

…Прогресс в развитии радиоэлектронного вооружения в основном может быть достигнут за счет совершенствования электроники (сверхминиатюризация) и методов обработки сигналов. Широкое применение найдет оптиковолоконная техника.

Управление вооружением и техническими средствами ПЛ будет развиваться в направлении создания интегрированной (обеспечивающей все нужды подводной лодки) системы с единой информационной шиной и с распределенными (но имеющими возможность объединять свои усилия) средствами информации и обработки на основе стандартных кодовых языков. В средствах внешнего целеуказания высшую приоритетность, вероятно, получат разнопрофильные сдублированные космические системы».

Кроме улучшения конструкции корпуса подводных лодок важным направлением является разработка новых высокопрочных сталей и других конструкционных материалов; применение неметаллических конструкционных материалов, обладающие малой плотностью, сравнительно высокой механической прочностью, антикоррозийной стойкостью, немагнитностью и т п. Изготовление прочных корпусов подводных лодок из материалов, основанных на стеклопластике, возможно уже в настоящее время.

Развитие гидроакустических средств будет происходить по нескольким направлениям. Прежде всего, это увеличение их дальности действия. Кроме этого, автоматизируются процессы обработки гидроакустической информации,

станет автоматическим сопровождение обнаруженной цели, использование гидроакустических средств для управления оружием.

Еще одним средством, которое позволяет командиру подводной лодки получить необходимую информацию, был и остается перископ. Современный оптический перископ в наше время представляет собой сложный комплекс оптико-электронных датчиков и устройств, аппаратуры ночного видения и радиолокационной станции.

Навигационная аппаратура подводных лодок совершенствуется, предполагается использовать искусственные спутники Земли, а также применять в инерциальных системах счисления пути высокоточные криогенные структуры, работающие при близких к абсолютному нулю температурах.

В целях снижения вероятности обнаружения при передаче информации необходимо уменьшать время активной работы передатчика до минимума. Для этого создаются различные быстродействующие радиоустройства и приставки к передатчикам, позволяющие «сжимать» информацию и значительно увеличивать скорость ее передачи. При этом время передачи радиограмм средней длины сокращается до секунд и даже долей секунды.

Несмотря на широкое внедрение ракет, торпеда сохраняет свое значение как эффективное средство поражения морских целей.

Перспективным направлением является разработка ракето-торпед, которые первую и последнюю часть пути проходят под водой, как обычные торпеды, а среднюю, основную часть – по воздуху, как крылатые ракеты. Этот метод одновременно является и наиболее перспективным путем увеличения дальности действия торпед.

Российская ракето-торпеда «Шквал», по общему признанию ведущих военных экспертов мира, сегодня не имеет аналогов, хотя она уже 23 года находится на вооружении ВМФ. Более того, в конце 1970-х годов ученые Пентагона, занимавшиеся проблемами больших скоростей под водой, пришли к выводу, что подобное изобретение… технически невозможно. После чего американские военные со спокойной совестью стали рассматривать информацию о подобных разработках, поступавшую по каналам разведки, как обыкновенную «дезу» и очередной блеф противников. В СССР же шли финальные испытания ракеты.

Противокорабельный комплекс «Москит»

Противокорабельная крылатая ракета «Москит», известная на Западе под названием SS-N-22 Sunburn («Солнечный ожог»), долгое время находилась за семью печатями. Все попытки «оборонщиков» заработать на поставках этого уникального оружия за рубеж жестко пресекались министерством обороны. Осторожность военных была вполне объяснима: им не нравилась перспектива

встретиться в море с противником, вооруженным ракетами, от которых фактически невозможно спастись.

Сверхзвуковая противокорабельная крылатая ракета 3М-80Е «Москит» – единственная в мире ракета, скорость полета которой на малых высотах (2800 километров в час) более чем в два раза превышает скорость звука. По тактико-техническим характеристикам она превосходит все существующие противокорабельные ракеты, в том числе американские «Гарпун» и французские «Экзосет». Дальность стрельбы – 120 километров. Вес ракеты – почти 4 тонны. Вес боевой части – 300 килограммов, а взрывчатого вещества – 150 килограммов.

Комплекс «Москит» был разработан в МКБ «Радуга» под руководством генерального конструктора И.С. Селезнева. В начале 1980-х годов 3М-80 «Москит» был принят на вооружение эсминцев типа «Современный» проект 956. На эсминце было установлено по две счетверенные пусковые установки КТ-190.

Ракета 3М-80 построена по нормальной аэродинамической схеме. Двигательная установка комбинированная, состоит из маршевого прямоточного воздушно-реактивного двигателя и стартового порохового двигателя. Причем стартовик вставляется в сопло маршевого двигателя. Через 3-4 секунды после старта пороховой двигатель сгорает и выталкивается из сопла набегающим потоком воздуха. Прямоточный двигатель был создан в ОКБ-670 главного конструктора М.М. Бондарюка, а затем дорабатывался в МКБ «Союз» в Тураево.

Комбинированная система управления в составе инерциальной навигационной системы и активно-пассивной радиолокационной головки самонаведения обеспечивает высокую вероятность попадания в цель даже в условиях радиопротиводействия противника. Для целей типа группа катеров или корабельная ударная группа эта вероятность равна 0,99, а для конвоев и десантных соединений – 0,94.

После старта ракета делает «горку», а затем снижается до маршевой высоты полета около 20 метров, при подходе к цели происходит снижение до 7 метров (над гребнем волн) Ракета может совершать интенсивные противозенитные маневры с перегрузками, превышающими 10 g.

Кроме эсминцев проекта 956 и ВПК проекта 11556 «Адмирал Лобов», ракеты «Москит» получили катера проекта 1241.9. На каждом борту в средней части катера установлено по две спаренные пусковые установки типа КТ-152М. На опытном малом ракетном корабле на воздушной подушке снегового типа проекта 1239 разместили две счетверенные неповоротные установки. На опытном малом ракетном корабле на подводных крыльях МРК-5 проекта 1240 – две спаренные пусковые установки. «Москит» стоит также на вооружении кораблей экранопланов типа «Лунь».

В 1998 году завод «Прогресс» города Арсеньева в Приморском крае начал производить ракеты «Москит» для военно-морских сил Китая. Сделка с Китаем

стала первым зарубежным контрактом на эти еще недавно секретные ракеты. На средства от экспорта «Москитов» «оборонщики» намерены построить еще более совершенное оружие.

Военные не скрывали, что согласились на снятие с «Москита» грифа «совершенно секретно» после многочисленных атак со стороны властей Приморского края. В минобороны были готовы выдержать любой прессинг, но на рассекречивание не идти, если бы не аргументы «оборонщиков», убедивших адмиралов, что имеют в заделе ракеты нового поколения, способные компенсировать потерю приоритета в «Москитах».

По словам генерального конструктора МКБ «Радуга» Игоря Селезнева, под чьим руководством создан «Москит», конструкторы уже готовы поставить в серию гиперзвуковую экспериментальную крылатую ракету AS-19 KOALA. Она способна развивать скорость, более чем в пять раз превышающую скорость звука.

Главный конструктор системы управления «Москита», генеральный конструктор ГосНПО «Альтаир» Сергей Климов заверил военных, что при достаточном финансировании (а средства он намерен получить от продажи «Москитов» за рубеж) способен оснастить AS-19 KOALA «новыми системами управления, действующими по новым физическим принципам». Но больше всего военным понравилась перспектива в недалеком будущем получить от оборонщиков ракету, способную в четырнадцать раз превысить скорость звука. Скорее всего, именно на эту ракету военные и разрешили конструкторам заработать экспортом «Москитов».

В начале 2001 года в Китае провели успешные стрельбы «Москита» на максимальную дальность 120 километров с построенного на «Северной верфи» эсминца проекта 956Э. Предполагается, что это будет способствовать успеху переговоров в поставке Пекину еще двух кораблей этого типа, которые будут иметь усиленное вооружение.

Межконтинентальные баллистические ракеты

С началом «холодной войны» правительство США, возглавляемое Г. Трумэном, приняло стратегию «массированного воздействия», основанную на монополии на атомную бомбу и превосходстве над СССР в средствах ее доставки – стратегических бомбардировщиках. Их парк принялись спешно обновлять.

Однако в 1949 году атомной бомбой обзавелся и СССР. Только у него еще не было современных носителей – дальний бомбардировщик Ту-4 представлял собой копию устаревшего американского B-29 времен Второй мировой войны.

13 июля 1944 в личном и строго секретном послании премьер-министр У. Черчилль сообщал маршалу И. Сталину, что, видимо, Германия располагает новым ракетным оружием, которое представляет серьезную угрозу для

Лондона, и просил допустить английских специалистов на испытательный полигон в Польше, который находился в районе наступления советских войск. В Польшу срочно выехала группа советских специалистов по ракетам.

Создание дальнобойных ракет началось в Германии в 1930-е годы. К 1938 году на острове Пенемюнде, близ побережья Балтийского моря, был построен исследовательский центр с опытной станцией и заводом. Заводы, в том числе крупные подземные, находившиеся в Нордхаузене, выпускали в 1944—1945 годы по 25-30 ракет А-4 («Фау-2») в сутки! К концу Второй мировой войны было изготовлено более тысячи таких снарядов.

Точность попадания немецких ракет оставляла желать лучшего, но на практике были отработаны и испытаны сложные системы управления, наведения и контроля полета. Этим воспользовались советские ученые при проектировании стратегических межконтинентальных баллистических ракет.

Первый советский наземный комплекс с баллистической ракетой Р-1 был создан ОКБ-1 под руководством С.П. Королёва и принят на вооружение 28 ноября 1950 года. На ракете Р-1 был установлен жидкостный реактивный двигатель (ЖРД) типа РД-100. 75 процентов топлива составлял спирт, а остальное – жидкий кислород. Его тяга равнялась 267 кН, масса – 13 тоннам, дальность – 270 километрам.

В начале 1950-х годов в Днепропетровске был создан государственный союзный завод № 586, в дальнейшем «Южмаш», он стал выпускать ракеты Р-1 и Р-2.

Пришедший к власти в 1953 году Н.С. Хрущев сделал ставку на ракетную технику. К 1956 году завершилась работа над баллистической Р-5М средней дальности, оснащенной ядерной боеголовкой, через четыре года на боевое дежурство поставили уже межконтинентальную Р-7А. Изготовленная по пакетной схеме, она предназначалась для поражения объектов, находящихся в 9500 километрах от огневой позиции. Именно эта ракета в августе 1957 года вывела в околоземное пространство первый в истории искусственный спутник, а в апреле 1961 года – корабль с первым в мире космонавтом на борту – Ю.А. Гагариным. Годом раньше на вооружение поступила баллистическая Р-12 средней дальности. Все они запускались с наземных установок, а время подготовки к пуску исчислялось часами.

Следом за американцами в СССР началось строительство подводного ракетоносца, на котором три ракеты (морской вариант Р-11) размещались на дизель-электрической лодке.

К концу 1950-х годов Советский Союз обладал межконтинентальными баллистическими ракетами, войска противовоздушной обороны были оснащены сверхзвуковыми высотными перехватчиками и зенитными ракетными комплексами.

В середине 1950-х годов президент США Д. Эйзенхауэр принял стратегию достижения превосходства над СССР в ядерном оружии и средствах его доставки. «Изучив вывезенные из Германии ракеты (в том числе Фау-2), –

пишет в журнале „Техника – молодежи" Сергей Колесников, – опробовав свои экспериментальные образцы, американцы в 1958—1959 годах получили баллистические ракеты средней дальности „Тор" и „Юпитер", оснащенные ядерными боеголовками („Юпитер-С" в феврале 1958 года вывел на орбиту первый американский искусственный спутник „Эксплорер"). После этого командование ВВС задумало пополнить арсенал более эффективными межконтинентальными баллистическими ракетами „Атлас" и „Титан". Обе – шахтного базирования, но запускаемые с поверхности земли. Не прошло и трех лет, как Пентагон получил улучшенные „Атласы" серий „Е" и "Ф". Последнюю, стартовым весом 118 тонн, выполнили по пакетной схеме, как королёвскую „семерку", но оборудовали только двумя боковыми ускорителями. Кроме них, в силовую установку входили два рулевых двигателя, маршевый жидкостный ракетный с турбонасосной подачей топлива (керосин и жидкий кислород).

К этому времени военные эксперты сочли стационарные позиции уязвимыми, и в 1959 году американцы ввели в строй первый серийный подводный ракетоносец с атомной силовой установкой «Джордж Вашингтон». За его рубкой был отсек с 16 баллистическими ракетами «Поларис А1», каждая из которых имела моноблочную ядерную боеголовку и могла преодолеть до 1200 километров».

В 1959 году коллектив Сергея Павловича Королёва – ОКБ-1 приступил к разработке МБР Р-9А (SS-8), которая представляла собой двухступенчатую баллистическую ракету с отделяющейся головной частью с ядерным зарядом. Здесь в качестве окислителя впервые применялся переохлажденный жидкий кислород, а в качестве топлива – керосин. Ракетный комплекс Р-9А со стартом с наземного пускового стола был принят на вооружение в 1963 году, с шахтной пусковой установки – в 1965 году.

МБР Р-16 и Р-9А еще не обладали достаточной точностью. Размещение ракет Р-16 и Р-9А в шахтах, конечно, увеличило выживаемость ракет, но сгруппированные по три МБР на одной пусковой установке, они представляли собой единую цель для поражения.

Ракетно-ядерное противостояние СССР и США в годы «холодной войны» продолжалось. К началу 1962 году американские ВВС получили межконтинентальную баллистическую ракету «Титан-1». При дальности действия 16000 километров она имела точность попадания до 1,7 километра от цели. Позднее появилась трехступенчатая, твердотопливная «Минитмен», у которой точность попадания достигла 1,6 километра. В июне 1963 года США обзавелись мощной 150-тонной межконтинентальной «Титан-2».

За пятью ракетоносцами типа «Джордж Вашингтон» в 1961—1963 годах последовало столько же аналогичных атомоходов типа «Итен Аллен», вооруженных 16 модернизированными «Полярисами А2».

МБР второго поколения имели большую точность и были оснащены системой электронной защиты. Размещение ракет в укрепленных шахтных пусковых

установках (ШПУ), расположенных на значительном удалении друг от друга, намного повысило их выживаемость. Первой из МБР второго поколения в СССР была жидкостная Р-36 (SS-9) с моноблочной ядерной головной частью, разработанная в КБ М. Янгеля. Р-36 предназначена для поражения важнейших стратегических объектов противника, защищенных средствами противоракетной обороны. Ракета могла оснащаться разнообразными типами головных частей, имеющих ядерные заряды различной мощности. В 1967 году ракетный комплекс Р-36 в ШПУ был принят на вооружение. Это был комплекс с уникальными боевыми возможностями. Всего в период между 1966 и 1977 годами было развернуто 288 МБР Р-36 всех типов.

В середине 1960-х годов в США и СССР начались разработки МБР третьего поколения. 18 июня 1970 года первый отряд из десяти МБР «Минитмен-3», оснащенных РГЧ с боеголовками индивидуального наведения, был приведен в боевую готовность в пусковых шахтах.

В 1975—1981 годах ракетные комплексы стратегических ракет РС-16 (SS-17), РС-18 (SS-19) и РС-20 (SS-18), также оснащенные разделяющимися головными частями индивидуального наведения, были приняты на вооружение и поставлены на боевое дежурство в СССР. На новых ракетных комплексах был применен целый ряд технических новшеств: автономная система управления с бортовой вычислительной машиной, возможность дистанционного перенацеливания перед пуском, наличие на ракетах более совершенных средств преодоления ПРО и т д. Они могли выдерживать более высокое давление, а также противостоять воздействию электромагнитных помех, включая электромагнитный импульс.

Принятие на вооружение и развертывание ракетных комплексов третьего поколения, оснащенных головками индивидуального наведения и средствами преодоления ПРО, позволили достичь примерного равенства количества боевых блоков на МБР СССР и США, что способствовало поддержанию военно-стратегического паритета.

В 1978—1979 годах среди стратегических американских программ на передний план выдвинулась разработка системы «МХ». С ее помощью руководство США рассчитывало поставить под удар стартовые шахты МБР Советского Союза и таким образом лишить СССР преимущества по МБР наземного базирования. При выборе способа базирования ракеты «МХ» специалисты рассматривали до 30 разных вариантов пусковых установок. Однако Пентагону не удалось найти для «МХ» приемлемый в техническом, стратегическом, экономическом и политическом отношениях неуязвимый способ базирования.

В итоге в 1986 году первая партия из 50 ракет «МХ» была размещена в доработанных шахтах ракеты «Минитмен» взамен снятых с дежурства ракет этого типа. Программа президента США Р. Рейгана «стратегическая оборонная инициатива» – «СОИ», выдвинутая им в марте 1983 года, стала сильнейшим дестабилизирующим фактором. Она предусматривала вывод на космические

орбиты ядерного оружия и оружия на новых физических принципах, что создавало исключительно высокую опасность и уязвимость пространства и территории Советского Союза.

В этих условиях в 1980-е годы СССР для поддержания стратегического паритета создавал новые ракетные комплексы шахтного и железнодорожного базирования с ракетами РС-22 (SS-24), модернизировал БРК РС-20, а также создавал комплексы РС-12М (SS-25) грунтового базирования. Эти комплексы относятся к четвертому поколению стратегических ракет.

«Вкладывая ресурсы в столь дорогостоящее качество, как мобильность, – пишет С. Крылов, – Советский Союз в первую очередь заботился о повышении живучести своих ракетных сил – главного качества для средств ответного, а не упреждающего ядерного удара. Тем более, это важно в условиях, когда СССР отказался от применения первым ядерного оружия, а США и НАТО продолжали открыто ориентироваться на первый ядерный удар.

В 1984 году на вооружение РВСН поступила твердотопливная МБР РС-22 (РТ-23) (SS-24), созданная в НПО «Южное» (гл. конструктор В. Уткин). Было создано два варианта ПУ: шахтная и мобильная железнодорожная. Трехступенчатая РТ-23, аналог «МХ», массой 100 тонн с 10 боеголовками индивидуального наведения (масса боевой части – 4 тонны) выпускалась в Павлограде. Система для разведения боеголовок у ракеты использует ЖРД на высококипящих компонентах топлива. Старт ракеты из ТПК «холодный». Точность попадания ракеты – меньше 200 метров.

Боевой железнодорожный ракетный комплекс (БЖРК) внешне не отличишь от поезда с рефрижераторными и пассажирскими вагонами. Каждый БЖРК предназначен для длительного автономного несения боевого дежурства на маршрутах патрулирования. Пуск ракет можно осуществлять с любой точки маршрута движения. В железнодорожном вагоне длиной 26 метров, шириной 3 метра размещен пусковой контейнер длиной 21,25 метра с ракетой РС-22. В 1990 году на шести поездах было размещено 18 таких ракет. В 1991 году было принято решение прекратить производство МБР железнодорожного базирования».

Одним из самых удачных считается мобильный грунтовой ракетный комплекс РС-12М «Тополь» (SS-25). Трехступенчатую МБР РТ-2ПМ на твердом топливе массой 45 тонн с моноблочной однотонной ядерной боеголовкой создали в Московском институте теплотехники. Главным конструктором являлся Лагутин. Первое летное испытание ракеты провели 8 февраля 1983 года, а уже в 1985 году ракета поступила на вооружение. Производили ракеты РТ-2ПМ в Воткинске. Машина, на которой базируется ракета, – семиосная типа МАЗ-7310 – изготавливается на заводе «Баррикады» в Волгограде.

Ракета РТ-2ПМ всю свою «жизнь» проводит в специальном пусковом контейнере длиной 22 метра и диаметром 2 метра. Стотонная пусковая установка при весьма солидных размерах обладает удивительной подвижностью.

«Тополь» можно пускать из любой точки маршрута боевого патрулирования. К тому же этот комплекс обладает большой живучестью и боевой эффективностью, точностью попадания – двести метров.

31 июля 1991 года при подписании договора по СНВ, СССР и США обменялись официальными данными (в СССР на вооружении было 1398 МБР, из них 321 мобильная).

Распад СССР и острейший экономический кризис сделали нереальным производство более чем одного типа наземных МБР с моноблочной головкой в России.

3 января 1993 года между Россией и США был подписан договор по СНВ-2, согласно которому к 2003 году уничтожаются или переоборудуются МБР наземного базирования с разделяющимися головными частями индивидуального наведения. Сохраняются только МБР с моноблочными боеголовками. Ликвидируются шахты для запуска тяжелых ракет или переоборудуются под моноблочные.

Поэтому на смену тяжелым МБР приходит универсальный комплекс «Тополь-М» для шахтного и мобильного базирования. Шахтный вариант «Тополь-М2» заменит ракеты РС-2 (SS-18) и часть ракет РС-18 (SS-19).

«Тополь-М» (РС-12М2, по натовской классификации SS-27) – трехступенчатая твердотопливная ракета шахтного базирования с моноблочной головной частью. Это первая МБР, созданная исключительно российскими КБ и заводами. Ее конструктивные особенности таковы, что позволяют преодолевать самую современную систему ПРО. Планируется каждый год оснащать новыми ракетами один полк, то есть закупать каждый год десять «Тополь-М».

Зенитно-ракетный комплекс С-300

Все зенитные ракетные комплексы, созданные до настоящего времени, в том числе и разрекламированный американский ЗРК «Пэтриот» фирмы «Рейтеон», разрабатывались как противосамолетные и реальными возможностями для борьбы с тактическими баллистическими ракетами и оперативно-тактическими баллистическими ракетами не располагают. До конца 1970-х годов страны НАТО не уделяли особого внимания проблеме защиты территорий и объектов от ударов баллистических ракет тактического и оперативно-тактического назначения.

В США наряду с развертыванием научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по этой проблеме приняли решение провести поэтапную модернизацию ЗРК «Пэтриот» с целью придания ему противоракетных свойств. Усовершенствованная модификация «Пэтриот» РАС-2 была применена в ходе боевых действий в Персидском заливе.

«Во время войны в Персидском заливе американские ракеты „Пэтриот“

смогли сбить только 35 из 98 устаревших ракет „Скад", запущенных иракцами. Таким образом, их боевая эффективность составляет только 36 процентов, – утверждает один из американских источников. – Чтобы сбить один „Скад", американцы тратили три или четыре ракеты „Пэтриот" вместо одной или двух, как предписывалось в наставлении по их применению, тем самым делая их эффективность еще ниже».

А что же Россия? Ее, как известно, умом не понять. В нашей стране создан, безусловно, лучший в мире зенитно-ракетный комплекс С-300. И не один! Одно время под таким названием выпускали ЗРК концерн «Антей» и финансово-промышленная группа «Оборонительные системы». Пока «Антей» не назвал свой новый комплекс, созданный на базе С-300В, «Антеем-2500»

Если судить по контрактам, то здесь явное преимущество у «Оборонительных систем», заключивших и выполнивших договоры с Китаем и Кипром. Что касается преимущества в технических показателях, то естественно, каждая сторона считает лучшим свой комплекс.

Начнем рассказ с продукции «Оборонительных систем» С-300ПМУ1, которая получила название «Фаворит». Премьерной проверкой возможностей новой системы стал ее поединок со «Скадами», который состоялся в небе над полигоном Капустин Яр 10 августа 1995 года. В тот день несколько раз навстречу запускавшимся баллистическим ракетам стартовали ракеты 48Н6Е2. В точке перехвата подрыв боевого снаряжения зенитных ракет вызывал инициирование осколочно-фугасной боевой части баллистических ракет. «Скад» по сути дела сам себя уничтожал. Подобного результата российским специалистам удалось добиться первыми в мире. Для системы «Пэтриот» наибольшим успехом в ходе «Бури в пустыне» являлся перехват «Скада», после которого последний отклонялся от точки прицеливания на 5 километров. Ни одной иракской ракеты за все время боевых действий разрушить в воздухе «Пэтриоту» не удалось.

По мнению российских военных, ЗРС «Фаворит» сегодня – самая мощная и эффективная система ПВО в мире. В условиях ограниченного финансирования, реформирования армии, а также предстоящего объединения видов вооруженных сил использование «Фаворита» как межвидовой системы позволит с минимальными затратами повысить эффективность ПВО России.

Зенитная ракетная система «Фаворит» способна в полной мере противостоять ударам нестратегических ракетных средств. Она появилась в результате кооперации предприятий, научно-исследовательских институтов, конструкторских бюро, заводов и финансовых структур, входящих в состав финансово-промышленной группы «Оборонительные системы», которая объединяет российские предприятия, разрабатывающие и изготавливающие системы противовоздушной обороны.

Головным разработчиком «Фаворита» является ЦКБ «Алмаз» – предприятие, где создано уже несколько поколений зенитных ракетных систем от С-25 до С-300ПМУ1. Большинство из них поставлялось в десятки стран мира.

О достоинствах новой зенитной ракетной системы очень подробно рассказали на страницах журнала «Военный парад» (ноябрь-декабрь 1997 года) Борис Бункин, генеральный конструктор ЦКБ «Алмаз», и Владимир Светлов, генеральный конструктор МКБ «Факел».

Они считают, несмотря на то что внешние отличия зенитной ракетной системы «Фаворит» от ее предшественников весьма незначительны, это совершенно новый образец зенитного ракетного оружия. По сравнению с системой С-300ПМУ1 система «Фаворит» имеет ряд качественно новых возможностей. Удалось повысить эффективность поражения баллистических целей с обеспечением инициирования боевого заряда цели, повысить эффективность поражения аэродинамических целей в сложной тактической и помеховой обстановке. Дальняя граница зоны поражения аэродинамических целей увеличена до 200 километров. Кроме того, расширены возможности средств управления по обнаружению и сопровождению баллистических целей с сохранением сектора обнаружения аэродинамических целей, повышены характеристики системы при ведении ею автономных боевых действий за счет применения автономного средства нового поколения – радиолокационной станции 96Л6Е, расширены возможности по интегрированию «Фаворита» в различные системы противовоздушной обороны.

Немаловажным достоинством системы «Фаворит» является приспособленность всех ее компонентов к длительному нахождению на боевом дежурстве, что приобретает особое значение в период, предшествующий началу военного конфликта. Технические возможности средств системы «Фаворит» обеспечивают их готовность к отражению атаки в течение двух суток и более с последующим коротким перерывом.

Система «Фаворит» включает командный пункт средств управления 83М6Е2 и до шести зенитных ракетных систем С-300ПМУ2. В состав командного пункта входят пункт боевого управления 54К6Е2 и радиолокатор обнаружения 64Н6Е2.

Пункт боевого управления получает и обобщает информацию о воздушной обстановке от различных источников, управляет огневыми средствами, принимает команды и информацию о находящихся в воздухе объектах от командного пункта зоны ПВО, оценивает степень опасности, производит распределение целей по ЗРС и указывает предназначенные для уничтожения цели. Этот пункт управляет зенитными ракетными системами С-300ПМУ2, С-300ПМУ1, С-300ПМУ и С-200ВЭ в любом их сочетании.

Автоматический радиолокатор обнаружения обеспечивает командный пункт системы информацией о воздушных объектах, находящихся на расстоянии до трехсот километров.

Каждый зенитный ракетный комплекс включает в себя многофункциональный радиолокатор подсвета и наведения 30Н6Е2 и до двенадцати пусковых установок 5П85СЕ (5П85ТЕ).

Многофункциональный радиолокатор подсвета и наведения обеспечивает

поиск, обнаружение, автоматическое сопровождение целей, осуществляет все операции, связанные с подготовкой и ведением стрельбы зенитными управляемыми ракетами.

Пусковая установка несет четыре зенитные управляемые ракеты (ЗУР) 48Н6Е2 (48Н6Е), находящиеся в герметичных транспортно-пусковых контейнерах, и обеспечивает хранение, транспортировку и пуск ракет.

ЗРС может придаваться радиолокационная станция 96Л6Е. Всевысотный радиолокатор целеуказания с многолучевой фазированной антенной решеткой автоматически выдает на радиолокатор подсвета и наведения и командный пункт информацию о воздушной обстановке. За счет адаптивного использования широкобазовых сигналов и многочастотной работы радиолокатор обнаруживает как маловысотные цели, так и цели, находящиеся на средних и больших высотах. Для обнаружения целей на предельно малых высотах в условиях лесной и сильно пересеченной местности антенное устройство радиолокатора может подниматься на специальную вышку.

В процессе боевой работы радиолокаторы обнаружения и радиолокаторы подсвета и наведения, входящие в систему «Фаворит», одновременно проводят обзор воздушного пространства, обнаруживают и идентифицируют находящиеся в воздухе объекты. Одновременный просмотр воздушного пространства несколькими радиолокаторами полностью исключает пропуск в охраняемую зону воздушных объектов, в том числе крылатые ракеты, летящие на предельно малых высотах и с любых направлений, в условиях интенсивных отражений от местных предметов и радиоэлектронного противодействия со стороны противника.

Зенитная управляемая ракета 48Н6Е2 создана в машиностроительном конструкторском бюро «Факел», которое уже многие десятилетия является основным разработчиком ракет для систем противовоздушной обороны российской армии и военно-морского флота. В 48Н6Е2 сохранены все наиболее привлекательные черты зенитных ракет, созданных на «Факеле» для семейства систем С-300ПМУ, – холодный вертикальный старт с помощью катапульты, прогрессивные технологии, применяемые при производстве элементов ракеты.

Следует отметить и еще одну «фамильную» черту новой ракеты. В сегодняшних условиях такие характеристики, как надежность и эксплуатационно-ремонтная технологичность, не менее важны, чем летно-технические характеристики. Несмотря на то что зенитная ракетная система «Фаворит» является многосложным и многокомпонентным оружием, основную задачу – уничтожение воздушных целей – выполняет зенитная ракета, и от ее надежности, способности четко выполнять команды наведения в условиях самых сильных помех, высоких скоростей и перегрузок зависит конечный успех.

В ракете 48Н6Е2 используются принципиально новые математические алгоритмы ее наведения на цель, наиболее выгодные траектории полета и,

конечно же, боевое снаряжение. Поиск его наилучшего варианта шел параллельно с разработкой ракеты и продолжался в течение нескольких лет. Вариант, на котором остановились специалисты «Факела», показал свое преимущество как в наземных испытаниях, так и в воздухе.

Система С-300ПМУ2 «Фаворит» стала сенсацией авиасалона МАКС-97. Наиболее интересной новинкой была кассета с четырьмя ракетами 9М96Е в контейнерах, установленная на пусковой установке «Фаворита» вместо стандартной ракеты 48Н6Е2. Совместные работы «Факела» и «Алмаза» позволили существенно увеличить боевую эффективность ЗРС за счет роста боезапаса.

«Факел» показал и создаваемую перспективную ракету 9М96Е2. От 9М96Е ее отличают несколько большая масса – 420 килограмм вместо 333, и заметно увеличившаяся дальность стрельбы – 120 километров против 40. Остальные характеристики ракет схожие. Обе они обладают сверхманевренностью и способны уничтожать самолеты и высокоточное оружие противника. Равных новой ракете сейчас в мире нет. Ближайшие конкуренты – французские ракеты ASTEK-15 и ASTEK-30 – уступают российским и по дальности стрельбы (30 и 90 километров), и по маневренности.

Александр Леманский в беседе с корреспондентом «Независимого обозрения» рассказал о перспективах совершенствования С-300ПМУ. Речь, в частности, идет о повышении автономных возможностей по обнаружению воздушных целей. Для этого могут быть использованы активные фазированные антенные решетки, которые позволяют увеличить энергетический потенциал локатора и существенно повысить дальность обнаружения целей.

Сочетание активных и пассивных средств противодействия позволяет обеспечить высокую вероятность защиты от массированных ударов. Подобного комплекса ни у кого в мире сегодня нет. Одна из его особенностей, выгодно отличающая новое оружие от существующих систем ПВО, – отсутствие ограничений по углу места. То есть над защищаемым объектом создается непроницаемый колпак, а не зона поражения в виде тора. Вместе с тем размещенная на обычном грузовом автомобиле мини С-300 может, в отличие от войсковых комплексов ПВО, сопровождать войска в боевых порядках.

Для увеличения боезапаса к основной машине может придаваться еще одна, которая не несет средств обнаружения и наведения, но позволяет существенно увеличить боезапас.

Таким образом, разработчики семейства ЗРС С-300П стремятся представить потенциальному заказчику весь спектр зенитных ракетных систем, позволяющих решать задачи в ближней, средней и дальней зоне обороны.

Среди других направлений работ – развитие оптических и лазерных систем обнаружения и сопровождения целей, которые имеют существенно большую помехозащищенность, чем радиолокаторы. Во время агрессии против

Югославии именно работающие на излучение РЛС были наиболее приоритетными целями самолетов НАТО.

Теперь обратимся к противосамолетной и противоракетной системе «Антей-2500». Генеральный конструктор новой противоракетной системы «Антей-2500» Вениамин Ефремов объяснил суть различий между двумя системами ПВО, носящими одно имя – С-300. Это стало возможным после того, как правительство разрешило «Антею» экспортировать самую секретную его разработку – систему С-300ВМ. Чтобы навсегда покончить с путаницей в наименованиях, системе тут же было дано новое имя – «Антей-2500».

«Антей-2500» – это мобильный комплекс зенитно-ракетного управляемого оружия, оснащенного ракетами с максимальной скоростью полета 2600 метров в секунду Главная особенность новой системы – радиолокационная станция секторного обзора. В отличие от «круговой», оборачивающейся вокруг оси за 9-12 секунд и способной за это время потерять цель, она может вести цель, не теряя ее из виду. Цифра «2500» в наименовании комплекса говорит о его способности поражать баллистические ракеты, имеющие дальность стрельбы 2500 километров. «Антей-2500» одновременно может обстреливать 24 цели, летящие на дальностях от 40 до 200 километров и высотах от 25 метров до 30 километров со скоростью до 4500 метров в секунду. Время боевого развертывания комплекса – пять минут.

«Антей-2500» стал заметным явлением на выставке вооружений Eurosatory-98 в Ле-Бурже. По словам генерального конструктора концерна «Антей» Вениамина Ефремова. «С-300В – это базовая система для реализации тех характеристик, которые получены в „Антее-2500"… Мы модифицировали комплекс таким образом, что его радиолокационные средства значительно повысили энергетический потенциал, заменили компьютеры, улучшили программное обеспечение боевой работы, изменили систему обработки радиолокационных сигналов. Мы модернизировали и ракету дальность ее полета увеличилась. Увеличилась „располагаемая перегрузка" ракеты – с 20 единиц в С-300 до 30 единиц, то есть ракета стала более маневренной. Среди новшеств – иная телекодовая связь элементов системы и способность определять координаты по спутнику. Новый комплекс может сбивать самолеты типа AWACS на дальностях до 200 километров (раньше – не более 100 километров). Что касается баллистических ракет, то „Антей-2500" уничтожает ракеты, стартующие с дальности 2500 километров и движущиеся с максимальной скоростью 4500 метров в секунду; С-300В – с 1100 километров и со скоростью полета 3000 метров в секунду. Площадь территории, прикрытой системой, увеличилась с 2000 до 2500 километров».

По мнению Ефремова С-300ПМУ и американский «Пэтриот» не являются конкурентами «Антея-2500». Это новый класс оружия, и аналогов ему нет. «Он предназначен, прежде всего, для борьбы с баллистическими ракетами средней дальности. Ни одна войсковая система ПВО не способна бороться с ракетами, летящими со скоростью четыре с половиной километра в секунду.

Наконец, наша боеголовка направленного взрыва гарантирует поражение боеголовки ракеты, что обеспечивает ее уничтожение. В Персидском заливе, например, „Пэтриот" поражал хвостовую и центральную часть „Скадов", а ракеты все равно долетали до цели и взрывались. Кроме того, „Антей-2500" развертывается за 5 минут, а, например, „Пэтриот" – за 30 минут».

И с самолетами «Антей» справляется не хуже других: два Ту-16 были сбиты на расстояниях 184 и 196 километров.

Системы противоракетной обороны

Впервые проблема противоракетной обороны (ПРО) была поднята на государственном уровне в СССР в 1953 году, когда семь маршалов Советского Союза во главе с Василием Соколовским направили в ЦК КПСС письмо, в котором говорилось: «…средства ПВО, имеющиеся у нас на вооружении и вновь разрабатываемые, не могут бороться с баллистическими ракетами. Просим поручить промышленным министерствам приступить к работам по созданию средств борьбы против баллистических ракет».

Обращение высшего военного руководства было встречено с пониманием и поддержано руководством страны. Вскоре разработка первой системы ПРО была поручена КБ-1. В те годы КБ-1 являлось головной организацией по созданию систем управляемого ракетного оружия и, прежде всего, систем противосамолетной обороны. Здесь работали лучшие инженеры и ученые в области радиотехники, электроники, автоматического регулирования, теории вероятностей и случайных процессов. Ведущую роль в этой работе сыграл коллектив, возглавляемый 36-летним ученым Григорием Кисунько.

«Сложности при создании первой в мире системы ПРО были более чем значительны, – пишет в „Независимом военном обозрении" Михаил Ходоренок. – Известные традиционные методы радиолокации не позволяли с требуемой сверхвысокой точностью определять все три координаты цели (дальность, азимут, угол места). Радиолокатор достаточно точно мог только измерить дальность до цели. Малые размеры боеголовки МБР делали ее труднонаблюдаемой для радиолокатора на требуемых дальностях обнаружения. Поэтому для любой гипотетической противоракетной системы требовались огромные, мощные и поэтому чрезвычайно дорогие радиолокационные станции.

Наконец, весь процесс стрельбы чрезвычайно скоротечен, баланс располагаемого времени крайне мал, а потому к противоракете предъявлялись неимоверно высокие требования по скорости полета и маневренности. Григорий Кисунько выдвинул следующие принципы конструирования и построения стрельбового комплекса противоракетной обороны. Требуемая большая дальность действия системы ПРО по малоразмерной цели должна достигаться за счет большой мощности излучения радиолокатора, выбора

оптимальной рабочей длины волны, высокой чувствительности приемных устройств и достаточно больших размеров антенных устройств. Радиолокатор ПРО действительно будет крупногабаритным и энергоемким, но государственная важность противоракетной обороны оправдывает большие экономические и ресурсные затраты.

Необходимая высокая точность определения координат баллистической цели может быть достигнута отказом от традиционного для радиолокации метода определения координат цели по двум измеренным углам и дальности. Нужно перейти к методу триангуляции цели по трем дальностям, измеренным тремя радиолокаторами, разнесенными на местности. Трудности триангуляции сверхскоростной цели в реальном масштабе времени можно преодолеть с помощью высокопроизводительных электронно-вычислительных машин, имеющих соответствующее программно-алгоритмическое обеспечение. Радиолокаторы и ЭВМ должны быть соединены между собой с помощью широкополосных линий связи.

Распознавание радиолокаторами ПРО боевых блоков БР (отделившихся от корпуса ракеты) и самих корпусов БР, продолжающих лететь как бы параллельно с боевым блоком (проблема селекции целей), предлагалось осуществлять по различию в мощности отражаемых ими радиосигналов. Поражение прочной боеголовки БР можно обеспечить, используя для этого кинетическую энергию соударения высокоскоростной цели с осколками – поражающими элементами боевой части противоракеты».

Летом 1956 года в казахстанской пустыне Бет-Пак-Дала началось строительство противоракетного полигона. А с октября 1957 года на полигоне начались летные испытания противоракеты В-1000, созданной под руководством Петра Грушина в Особом конструкторском бюро номер два, будущем машиностроительном КБ «Факел». Эта ракета отличалась особой технической новизной и обладала уникальными для того времени характеристиками. В-1000 была способна достигать скорости полета 1500 метров в секунду и с высокой точностью осуществлять перехват баллистических целей на высотах до 25 километров, поражая их осколочной боевой частью.

4 марта 1961 года головная часть баллистической ракеты Р-12 была поражена, а ее фрагменты были рассеяны над полигоном. В процессе последующих испытаний системы «А» боевые части баллистических ракет поражались еще 10 раз.

Впервые в мире было продемонстрировано поражение боевых блоков баллистических ракет дальнего действия. Даже сегодня решение подобной задачи под силу лишь двум государствам в мире – России и США. Другие разработки – европейские, израильские – либо не вышли на такой уровень, либо используют чужие научные и технические заделы.

Создание системы «А» и ее успешные испытания позволили приступить к разработке боевых систем противоракетной обороны. В июне 1961 года была

завершена разработка эскизного проекта системы «А-35», предназначавшейся для защиты Москвы от баллистических ракет типа «Титан-2» и «Минитмен-2». В середине 1960-х годов в Подмосковье началось строительство объектов системы «А-35», а на полигоне приступили к созданию ее экспериментального образца – «Алдан». Впервые боевая задача с реальными пусками противоракет была выполнена 9 июня 1970 года, а уже в следующем году головной комплекс системы «А-35» приняли в опытную эксплуатацию.

В середине 1970-х годов в военном и конструкторском мире сложились две принципиально различающиеся точки зрения. Сторонники первой считали, что надо отказаться от кинетического принципа поражения боеголовок БР при соударении с поражающими элементами (осколками) неядерной боевой части противоракеты. Они предлагали оснащать их ядерными боевыми зарядами. Такой подход как бы снимал с повестки дня сложную проблему селекции реальных боевых блоков и ложных целей. К тому же прецедент установки ядерных зарядов на зенитных ракетах для борьбы с авиацией противника уже существовал.

Сторонники второй точки зрения предусматривали сохранение принципа кинетического поражения боевых блоков баллистических ракет, поскольку ядерные взрывы противоракет могли бы привести к разрушению обороняемого города.

«Григорий Кисунько, – пишет М. Ходаренок, – оставался сторонником кинетического поражения элементов баллистической ракеты. Задачу селекции реальных и ложных целей он считал возможным решить путем математического анализа (с помощью ЭВМ) матриц амплитуд и фаз радиолокационных сигналов, отраженных целями. Для проверки своей гипотезы Кисунько предлагал провести серию натурных экспериментов в лабораториях и на полигоне.

Руководство минобороны и минрадиопрома не согласилось с точкой зрения генерального конструктора ПРО и решило использовать ядерные заряды в противоракетах и на двухэшелонное построение ПРО Москвы. С 1975 года Григорий Кисунько оказался вне дальнейших работ по ПРО.

Был период, когда СССР в области ПРО опережал США на десять лет. Решения, которые предлагал Григорий Кисунько, базировались на передовых методах поражения боеголовки баллистической ракеты дальнего действия – точное наведение, осколочный заряд, частотная селекция, опознавание цели и пр. Последняя подмосковная ПРО «А-135» значительно уступает в этом отношении системам ПРО, разработанным под руководством Григория Кисунько.

Считается, что если бы не было многолетнего провала в работах по этому направлению, в связи с уходом Григория Кисунько и соответствующей переориентацией в построении подмосковной системы, США не имели бы сегодняшних политических преимуществ».

Ведь предыдущие работы в СССР по ПРО позволили совершить

качественный скачок во многих областях. Так этот опыт повлиял на развитие радиолокации, теории и практики ракетостроения. Впервые в мире была создана станция обзорного действия с селекцией сигнала в цифровом виде с дальностью обнаружения пять тысяч километров. Существенно продвинулись цифровые системы моделирования. Натурным испытаниям предшествовало исследование контуров управления с цифровыми моделями поведения ракет.

В марте 1983 года президент США Р. Рейган выдвинул программу «стратегической оборонной инициативы» – «СОИ». Основной упор в программе СОИ был сделан на создание новых видов оружия, использующих в качестве поражающего фактора электромагнитное излучение различных диапазонов спектра от радиоволн до гамма-излучения. Основным преимуществом такого оружия является практически мгновенное достижение цели, так как электромагнитное излучение распространяется со скоростью света. Это позволяет наносить удар неожиданно и быстро с большого расстояния. Кроме того, исчезает необходимость в расчете траектории движения цели для упреждения ее движения. Появляется принципиальная возможность уничтожать взлетающие МБР на активном (разгонном) участке их траектории в течение первых пяти минут после старта. Именно поэтому лазерным оружием предполагалось оснастить первый эшелон системы ПРО.

Разрушающее воздействие оптического лазерного излучения основано, прежде всего, на тепловом нагреве ракет (прожигание топливных баков, электроники и систем управления) и действии ударной («шоковой») волны, которая возникает при попадании на поверхность ракеты импульсного лазерного излучения. В последнем случае ударная волна выводит из строя электронику и системы наведения ракеты, а также может повлечь детонацию взрывчатого вещества в боеголовке. Применение пассивных мер защиты (зеркальных и поглощающих покрытий, экранов и т д.) значительно снижает поражающее воздействие излучения низких энергий, однако они становятся бесполезными при дальнейшем повышении мощности лазерного излучения.

Идея использовать мощный луч света в качестве оружия восходит еще к Архимеду, но реальную почву эта идея обрела лишь в 1961 году с появлением первых лазеров. В 1967 году был разработан первый газодинамический лазер, который продемонстрировал возможности использования лазеров как оружия. Основными его элементами являются: камера сгорания, в которой образуется горячий газ; система сверхзвуковых сопел, после прохождения которых газ, быстро расширяясь, охлаждается и переходит в состояние с инверсной населенностью энергетических уровней; оптическая полость, где и происходит генерация лазерного излучения. В этой полости перпендикулярно потоку газа расположены два плоских зеркала, образующих оптический резонатор. Для пропускания излучения из полости диаметр одного из зеркал чуть меньше, чем у другого.

Близки по конструкции к газодинамическому лазеру химический и электроразрядный: в них также через объем резонатора с большой скоростью

прокачивается возбужденная рабочая смесь, только источником их возбуждения является соответственно химическая реакция или электрический разряд. Наиболее подходящим для поражения боеголовок в космическом пространстве считается химический лазер на реакции водорода с фтором. Если же в этом лазере вместо водорода использовать его тяжелый изотоп дейтерий, то излучение будет иметь длину волны не 2,7 мкм, а 3,8 мкм, то есть попадет в «окно прозрачности» земной атмосферы (3,6-4 мкм) и сможет почти беспрепятственно достигать земной поверхности.

Сложную задачу представляет фокусировка лазерного луча на цель. Предпочтительными являются оптические и ультрафиолетовые лазеры. Наиболее перспективными среди них считают эксимерные лазеры на молекулах фтористого аргона и фтористого криптона.

Самым крупным недостатком газовых лазеров всех типов является большое выделение тепла в их рабочем объеме. Это ограничивает повышение мощности на единицу массы таких лазеров. Перспективным в этом отношении считается лазер на свободных электронах, в котором усиление излучения происходит за счет его взаимодействия с пучком электронов, движущимся в периодическом магнитном поле. Можно также использовать такие лазеры как усилители мощности другого лазера, самостоятельных генераторов и умножителей частоты. Поскольку электроны летят в вакууме, не происходит разогрева прибора, как у обычных лазеров. Большим достоинством является также то, что частота генерации у лазера на свободных электронах может перестраиваться в широком спектральном диапазоне от миллиметровой до ультрафиолетовой области, что делает защиту от излучения большой проблемой.

Идея эта не нова и давно используется в радиотехнике для создания мощных генераторов и усилителей сверхвысокочастотного диапазона. Относительно высокий ожидаемый коэффициент полезного действия этих усилителей в оптическом и инфракрасном диапазонах длин волн весьма высок – до 30-40 процентов, что, по данным американских источников, позволяет получить лазерное излучение мощностью до 100 мегаватт.

По мнению академика Федора Бункина, лауреата Государственной премии за работу в области лазерного оружия, теоретически создать лазерное сверхоружие возможно. Но современные технологические процессы вряд ли позволят успешно стрелять «космической пушке». Даже если будет создано идеальное зеркало для лазера диаметром десять метров, то пятно лазерного пучка на расстоянии в тысячу километров составит не менее метра. Такая «точка» не в состоянии плавить металл.

Если какая-нибудь страна решит применить лазерное оружие, то это, по мнению Бункина, скорее всего, будет именно импульсный химический лазер. Такой лазер впервые в мире был создан в СССР.

С ним согласна и сотрудник Государственного научного центра «Прикладная химия» Евгения Соботковская: «Лазерное оружие будет развиваться по двум

основным направлениям. Это создание мобильных установок для выполнения тактических задач и, главное, строительство противоракетных комплексов на базе химических лазеров».

Химический лазер имеет бесспорные преимущества перед противоракетами. Американцы давно убедились, что уничтожить баллистическую ракету противника можно только в момент активного полета – в первые 100—170 секунд после старта. Потом выключаются двигатели, ракета разделяется на множество боеголовок, некоторые из них могут быть ложными.

По рассказам ученых, впервые лазер применялся в качестве оружия в 1968 году во время боевой операции на острове Даманский. Твердотельный маломощный рубиновый лазер не мог поразить противника. Это было скорее психологическое оружие. Во время ночной атаки в пороховом дыму китайские солдаты увидели тонкий красный луч. Те, кому луч попадал на сетчатку глаза, слепли на несколько минут. Началась паника…

По информации, которой располагает газета «Известия», сегодня самый мощный в России лазер с электрической накачкой установлен в подмосковном Троицке. Его мощность – один мегаватт. Для того чтобы запустить его, приходится отключать от всех потребителей высоковольтную линию Самара – Москва.

Тем не менее разработка лазерного оружия идет полным ходом. В 2000 году фирма «Боинг» передала для монтажа нового оружия первый лайнер. Там должна быть установлена обойма из шести химических лазеров и зеркало-телескоп диаметром 1,8 метра для фокусировки и наведения луча на цель. Предполагается, что «летающая лаборатория» закончит испытания в 2003 году.

Как пишут «Известия», с виду этот самолет ничем не отличается от серийного «Боинга-747» Весь секрет в носовой части. Под кабиной пилотов там расположен не салон бизнес-класса, а универсальная установка кислородно-йодных химических лазеров суммарной мощностью 1 мегаватт.

Последнее поколение американских космических лазеров с сопловым блоком «Хилги» выдает 15 мегаватт и потребляет водорода и фтора как обычный ракетный двигатель. Чтобы поразить цель, достаточно двух-трех секунд. От одной заправки американский лазер выпускает 20-30 залпов.

Радиус действия лазерной установки зависит от состояния атмосферы. На высоте 11 тысяч километров влияние атмосферы фактически сведено к нулю. Расчетные данные дальности действия установки – от 300 километров. Новый комплекс лазерного оружия получил название «Эй-Би-Эл» – первые буквы от «аэробазирующегося лазера». На разработку летающего лазера выделено 6 миллиардов долларов.

Наземные испытания показали, что этот лазер с первой попытки сбивает ракеты российского «Града». Лазер сжег вторую ступень американской баллистической ракеты, установленной на стартовом столе. В 1998 году была предпринята попытка уничтожить космическую цель – американский спутник

связи. Попытку признали успешной, однако во время залпа пострадала лазерная установка. Параллельно создаются тактические лазерные системы «Би-Ди-Эл» морского базирования.

В 1997 году в США была принята программа «3+3». Цифры обозначают два этапа создания мощного противоракетного щита последнего поколения. Первый этап, когда Америка должна была определиться и разработать современные средства защиты от ядерного нападения, похоже, завершен. В оставшееся время должны быть созданы и развернуты высоконадежные системы управления и поражения ракет вероятного противника. В эту программу наряду с традиционными противоракетами входят лазерные «Боинги».

Несмертельное оружие

За рубежом активно разрабатывается новое оружие, которое называют «несмертельным» Так, американская программа АМС предусматривает создание такого оружия, которое будет способно «остановить или отвлечь заданные группы противника, минимизируя при этом вероятность смертельного исхода или материального ущерба обеих сторон».

Разработчики программы считают, что приоритетное значение имеет разработка несмертельного оружия, воздействующего именно на личный состав противника. По их мнению, сам термин «несмертельное» не следует понимать буквально, поскольку, вообще говоря, возможны ситуации, когда нельзя исключить и летального исхода. Более того, характеризующиеся высокой степенью неопределенности конфликты низкой интенсивности требуют большой гибкости в управлении своими подразделениями. Поэтому участники программы уделяют особое внимание таким образцам несмертельного оружия, которые не снижали бы эффективности традиционных средств ведения боя.

Основой для создания несмертельного оружия послужил оружейный комплекс М203 из автоматической винтовки М16 с патроном калибра 5,56 миллиметров и 44-миллиметровый гранатомет В весьма переменчивой обстановке – оружие двойного действия позволяет одновременно быть готовым к применению как несмертельных гранат, так и открывать огонь на поражение с помощью стандартной 5,56-миллиметровой автоматической винтовки.

Другой категорией систем, проходящих полевые испытания, являются разработанные по программе несмертельного оружия АМС 40-миллиметровые боеприпасы, начиненные множеством тупоносых пуль ударного действия. Боеприпасы могут включать патрон с деревянной или резиновой пулей. Кроме того, патрон может нести множество специальных поражающих элементов «неубойного действия», маленьких резиновых шариков или резиновых

дробинок.

Ряд боеприпасов, создаваемых по программе НИОКР несмертельного оружия, неожиданно заинтересовал сугубо гражданские ведомства. В частности, Национальный институт юстиции решил выступить в качестве спонсора проекта с целью разработки 40-миллиметрового «Боеприпаса баллистической сетки». На последнем симпозиуме сухопутных войск США демонстрировалось действие датчика, вмонтированного в носовую часть прототипа гранаты. Новый образец несмертельного оружия позволяет эффективно управлять развертыванием своего рода «заградительного загона» при блокировании отдельных групп противника. «Загон» может приостановить всякое перемещение военнослужащих или позволить им движение строго в рамках заданного коридора. Как сообщается в зарубежной печати, в некоторых полевых испытаниях использовалась сеть со специальным покрытием, работающим по принципу адгезии (с усиленным эффектом прилипания), что значительно повышало заградительный эффект.

«Начиненная сеткой» 40-миллиметровая граната является также новой системой для борьбы с террористами и злоумышленниками, пытающимися проникнуть на особо важные военные объекты.

Для ВВС США разработан несмертельный, с расфокусированным лучом, лазерный «ослепитель». Он приспособлен для 40-миллиметрового гранатомета М203 «Ослепитель» получил условное наименование система «Sabor 203».

Система эта состоит из двух компонентов: твердой пластиковой капсулы, имеющей те же размеры и форму, что и 40-миллиметровая граната, и из панели управления, которая посылает импульсы в нижний блок гранатомета.

Пластиковая капсула несет в себе лазерный диод и закладывается в немодифицированный гранатомет М203 точно так же, как обычная граната. Простым нажатием кнопки на панели управления стрелок лазер переводится в режим непрерывного излучения, что позволяет ослепить противника.

По мнению экспертов, в типовых ситуациях система «Sabor 203» могла бы использовать встроенный оптический квантовый генератор в режиме коротких вспышек, когда на противника направляется излучение низкоэнергетического лазерного устройства. Получив даже небольшую дозу светового излучения этого устройства, полагают они, «агрессор, вероятнее всего, будет стараться скрыться, спастись бегством или сдаться в плен, во всяком случае, он уже не способен на какие-либо враждебные действия». Подобная система может составить также определенную конкуренцию приборам ночного видения и использоваться для указания зон нахождения выбранных целей.

ВМС США успешно применили систему «Sabor 203» во время миротворческих операций в Сомали в начале 1995 года. Одного морского пехотинца окружила враждебно настроенная толпа местных жителей. Пехотинец с «Sabor» быстро перебросил переключатель на пульте в положение «Излучение». Секундами позже из ствола «Sabor» забил

ослепительно яркий красный луч. Он «прошел» по толпе на уровне человеческой груди, вызвав панику в ее рядах. Вскоре толпа была рассеяна.

«В начале девяностых годов в Соединенных Штатах было создано лазерное ружье с ранцевым батарейным питанием, имеющее габариты табельного стрелкового оружия, – пишет в газете „Независимое военное обозрение" Владимир Сергеев. – В разработке находится лазерное ружье, по своим размерам не превосходящее стандартную армейскую винтовку М16 и имеющее дальность действия до километра. В самом ближайшем будущем ожидают появление малогабаритных лазерных пистолетов, воздействующих на сетчатку зрительного анализатора. Слегка расфокусированный лазерный луч пистолета способен на некоторое время ослепить террориста или иного злоумышленника.

Помимо указанных средств в США и других странах НАТО создаются авиационные, корабельные и наземные лазерные установки большой мощности, предназначенные для вывода из строя оптико-электронной аппаратуры (прицелов ночного видения, систем наведения крылатых и баллистических ракет, фотоприборов спутников-шпионов).

Основной проблемой разработчиков лазерного оружия, вызывающего лишь временное ослепление живой силы противника, является труднопрогнозируемые перепады энергии излучения. Дело в том, что в зависимости от предварительной адаптации человеческого глаза к условиям освещенности (день, ночь), углов визирования ослепляющего источника, степени задымленности органов зрения (даже простыми очками или контактными линзами) при одной и той же энергии, излученной лазерным ружьем и пистолетом, поражение может быть как обратимым, так и необратимым, то есть ведущим к тотальной слепоте. Поэтому ученые всемирно известных Ливерморской и Лос-Аламосской исследовательских лабораторий министерства энергетики США усиленно работают также над совершенствованием нелазерных, то есть некогерентных ослепляющих источников света».

Яркие источники света могут временно парализовать противника, затруднить его перемещение по местности и тем более ведение прицельного огня. Приведем в пример знаменитую Берлинскую операцию на исходе Великой Отечественной войны. Тогда, в апреле 1945 года, артподготовка и переход наших войск в наступление неожиданно для противника начались ночью, с применением нацеленных на вражеские позиции прожекторов. Ныне зарубежные эксперты большие надежды возлагают на мигающие мощные источники некогерентного света. Оказалось, что при некоторых значениях частоты световых импульсов и их скважности (отношение периода следования импульсов к их длительности) у личного состава резко ухудшается самочувствие, наблюдается явление, обычно предшествующее эпилептическим припадкам. Особо эффективно для вывода из строя живой силы противника комбинированное воздействие когерентных (для ослепления) и некогерентных (для дезориентации) источников света.

Проходят испытания приборы-излучатели мощных направленных и диффузных (рассеянных) импульсных потоков оптического диапазона. Их удалось создать на базе принципиально новой технологии взрывного нагрева инертных газов.

Подобные средства, вмонтированные в корпус стандартного 155-миллиметрового армейского снаряда или подвешенные к дрейфующему в сторону вражеских позиций газовому баллону, смогут практически мгновенно вывести из строя все оптико-электронные датчики компьютерных систем управления, а также личный состав противника.

Как известно, ядерные взрывы сопровождаются мощным электромагнитным излучением. Источником излучения является движение рожденных взрывом заряженных частиц в магнитном поле Земли. Особенно эффективен в этом смысле взрыв в верхних слоях атмосферы. При мегатонном взрыве электромагнитное излучение (ЭМИ) измеряется единицей с одиннадцатью нулями Джоулей. Такой импульс наводит токи и вызывает пробой в электронных устройствах на расстоянии в тысячу километров. Поэтому вполне правомерно применять понятие «ЭМИ-оружие».

Однако это оружие действует во всех направлениях, оно поражает и ослепляет не только электронные средства противника, но и свои собственные. Естественным шагом в его развитии стала разработка генераторов микроволновых колебаний, которые американские специалисты считают одним из перспективных видов космического оружия.

ЭМИ вполне может использоваться как несмертельное оружие. Все дело в дозе излучения. В малых дозах микроволновое излучение используется медиками в целях лечения для прогрева отдельных участков человеческого тела (УВЧ-терапия) Большие дозы микроволнового излучения поражают как человека, так и технику. Уже созданы генераторы микроволнового излучения, позволяющие концентрировать мощность в сотни мегаватт

Большую опасность несет микроволновое излучение для человека. В обычном состоянии наше тело выделяет около 100 Вт тепла. Считается опасным для живого организма, если поглощенная извне мощность превышает его собственное энерговыделение. Достаточно мощное микроволновое излучение может вызвать у человека ожог или тепловой удар. Тепловое поражение нашего организма происходит при интенсивности падающего излучения порядка 1 кВт на квадратный метр. В принципе такой уровень достижим уже сейчас.

Как известно, электромагнитные волны – это колебания электрического и магнитного полей, векторы которых перпендикулярны друг другу и направлению распространения волн. Если тело человека ориентировано своей длинной осью параллельно вектору электрического поля, а фронтальной плоскостью перпендикулярно вектору магнитного поля (то есть человек стоит боком к приходящему излучению), то оно будет эффективно поглощать излучение с частотой 70-100 МГц (длина волны три-четыре метра), для

которого оно является полуволновым диполем и активно резонирует с падающей волной. На более высоких частотах человеческое тело поглощает излучение в 5-10 раз менее эффективно, чем на резонансной частоте. На более низких частотах поглощение пренебрежимо мало.

ТРАНСПОРТ

Современные аэростаты

Точно не известно, когда и где был поднят первый монгольфьер. Сенсационное открытие было сделано в 1973 году: в древней стране инков, на территории современного Перу, на наскальных рисунках нашли изображение воздушного шара с оболочкой в виде тетраэдра с подвешенной к нему снизу двухместной гондолой – челноком. Более того, были показаны этапы подготовки монгольфьера к полету, разведение костра, наполнение оболочки горячим воздухом и совершение полета. Указывались даже сравнительные размеры оболочки. Выполненный по такой схеме нашими современниками воздушный шар был поднят в воздух, он оказался вполне жизнеспособным, набрав высоту сто метров за одну минуту.

В XIV столетии монах Альберт Саксонский писал, что дым костра гораздо легче воздуха и вследствие расширения воздуха под влиянием огня поднимается в нем.

В XVI веке английский ученый Скалигер предлагал сделать из тончайшего золота оболочку и наполнить ее горячим воздухом. Еще через сто лет появился роман Сирано де Бержерака «Иной свет, или Государства и империи Луны», в котором наряду с целым рядом интересных проектов летательных аппаратов для воздушных путешествий описано устройство, похожее на монгольфьер. Герой романа с помощью двух герметических, наполненных дымом оболочек долетает почти до самой Луны, где выпускает дым, и, пользуясь оболочками как парашютом, спокойно опускается на ее поверхность.

В первой половине XVIII века, согласно летописи, рязанский подьячий Крякутный сделал большой шар, «налил дымом поганым и вонючим, от него сделал петлю, сел в нее, и нечистая сила подняла его выше березы».

И все же отсчет принято вести с 5 июня 1783 года, когда во французском городе Аннон братья Этьен и Жозеф Монгольфье подняли в воздух шелковый шар объемом 600 кубических метров. Оболочка шара изнутри была оклеена бумагой, а на нижнем его отверстии была укреплена решетка из виноградных лоз, которая устанавливалась на подмостках. Под подмостками был разведен костер, и горячий воздух с дымом поднял шар на высоту двух километров. Вот почему произошло название монгольфьер в отличие от шарльера, названного в честь профессора Шарля, запустившего 27 августа 1783 года шар,

наполненный водородом.

Первый полет с людьми состоялся 21 ноября 1783 года. Огромный воздушный шар высотой 21 метр с двумя смельчаками на борту плавно оторвался от земли. Оба аэронавта старательно поддерживали огонь в корзине. Полет продолжался 45 минут и окончился плавным спуском за городом на расстоянии девяти километров от места старта. Кстати, интересно отметить, что Жозеф Монгольфье только один раз поднялся на шаре своей конструкции, а его брат Этьен ни разу!

Через десять дней после подъема первых людей на монгольфьере профессор Шарль наполнил оболочку диаметром восемь метров водородом и вместе с помощником Робертом вошел в подвешенную под шаром гондолу. Полет длился 2 часа 5 минут и проходил на высоте около 400 метров. После приземления Шарль решил продолжить полет один. Высадив Роберта, он поднялся на высоту 2 километра и через полчаса, выпустив часть водорода, совершил мягкую посадку. Но… выходя из гондолы, Шарль поклялся «никогда больше не подвергать себя опасностям таких путешествий». До последнего дня своей жизни Шарль оспаривал у Монгольфье славу изобретения воздушного шара – ведь шар с нагретым воздухом был изобретен задолго до Монгольфье.

Шарль изобрел веревочную сеть, охватывающую шар и передающую на него весовые нагрузки, он изобрел клапан, воздушный якорь и первый применил песок в качестве балласта, сконструировал барометр для измерения высоты. По сравнению с монгольфьером шарльер был более совершенной конструкцией.

Но шарльеры имели и большой недостаток – для их наполнения необходимо иметь на месте старта запас газа легче воздуха (водород или гелий), в материалоемкой таре, а после окончания полета этот газ нужно выпускать в атмосферу. Это повышало стоимость эксплуатации шаров, использующих в качестве наполнителя водород или гелий.

Впереди у монгольфьеров и шарльеров был долгий путь до наших дней, ничем особо не примечательный, отмечавшийся кратковременными взлетами и падениями вплоть до второй половины XX столетия. Появление новых термостойких материалов для оболочек, эффективных горелок вдохнуло в них вторую жизнь.

Вскоре после второго рождения воздушных шаров появились комбинированные конструкции, сочетающие в себе достоинства обеих традиционных. Оболочка была поделена на две части. Верхняя наполняется легким и негорючим гелием, а нижняя – горячим воздухом. Подогревая его в ходе полета пропаном, этаном или керосином, сжигаемым в специальных горелках, аэронавты регулируют высоту полета. Этот тип воздушных шаров называют иногда розьерами – в честь одного из первых воздухоплавателей Жана Франсуа Пилатра де Розье, погибшего в 1785 году, когда его шар, наполненный смесью горячего воздуха и водорода, загорелся в полете.

Выбор топлива для нагрева воздуха в оболочке является определяющим фактором в летно-технических характеристиках монгольфьеров. Ведь чем большей теплотой сгорания обладает килограмм топлива, тем меньше топлива необходимо брать в полет, тем лучшими летно-техническими характеристиками будет обладать монгольфьер: он сможет дольше находиться в воздухе, пролетит большее расстояние или поднимется на большую высоту.

Наши предшественники для нагрева воздуха вначале использовали все, что могло гореть, – ветви деревьев, солому, уголь и т д. В дальнейшем перешли к нефти, горючим газам, древесному углю. Выбиралось то топливо, которое могло быстро и эффективно прогреть воздух в монгольфьере, быть дешевым и доступным.

В итоге остановились на смеси пропана с бутаном в равных долях. Она, правда, несколько хуже чистого пропана, так как обладает меньшей испаряемостью и горелки приходится оснащать дополнительными устройствами для увеличения испаряемости.

«Несмотря на это, – пишет в своей книге Ю.С. Бойко, – подавляющее большинство современных монгольфьеров работает на пропан-бутане. Он широко распространен в быту, дешев, а технология его хранения и транспортирования хорошо отработана. Он отличается легкостью зажигания и тушения, малым количеством твердых продуктов сгорания и нетоксичностью.

Неузнаваемо изменились и горелки. Теперь это устройства, насыщенные регулирующими и контролирующими механизмами, автоматически поддерживающими необходимую температуру горячего воздуха в оболочке.

Газовые баллоны, как правило, выполняются из алюминиевых сплавов. Жидкий пропан в них находится под давлением 10-20 атмосфер, причем над жидким пропаном находится газообразный пропан, поступающий к фитилю, который горит от начала полета и до его конца. Силу горения фитиля настраивают регулятором. Назначение фитиля – зажигать основную горелку во время полета. После прогрева до необходимой температуры воздуха в оболочке основную горелку в целях экономии газа выключают. Когда пилот замечает по вариометру начало спуска монгольфьера, что вызывается охлаждением воздуха в оболочке, основная горелка вновь включается, воздух подогревается и монгольфьер поднимается. Мощность горелок современных монгольфьеров составляет 1,8-4,6 МВт».

Однако воздух в оболочке можно нагреть, не только сжигая какое-либо топливо на борту воздушного шара. Есть еще один источник тепла – солнце. И если оболочку выкрасить в черный цвет, то она будет аккумулировать солнечную энергию. По такому принципу в 1973 году в США построили монгольфьер «Солар файрфлай», который совершал полеты с использованием только энергии солнечных лучей. Во Франции был разработан ряд воздушных шаров, использующих инфракрасное излучение солнца. Они получили название МИР. Основное их отличие в том, что воздух в оболочке нагревается не только атмосферной радиацией инфракрасного диапазона, но и земной.

Оболочка МИР разделена на две части. Верхняя часть практически не излучает инфракрасной радиации ввиду особого покрытия внешней поверхности оболочки, например, алюминированным майларом, поэтому тепло скапливается под ней. Нижняя часть выполнена из прозрачной полиэтиленовой пленки с отверстием внизу. Когда такой аэростат летит над районом земли, где вверх направлен тепловой поток, то оболочка нагревается и появляется дополнительная аэростатическая подъемная сила. Днем воздушный шар поднимается, ночью опускается, но не до земли, а до некоторой высоты, где излучение земли достаточно для поддержания повышенной температуры воздуха в оболочке.

Конечно, высота полета воздушного шара будет зависеть от многих факторов: широты местности и сезонов года, ясности неба и времени суток и т д. В стратосфере аэростатическая подъемная сила от тепла солнца и земли всегда положительна, то есть воздушный шар может летать над всей поверхностью земли днем и ночью.

Высоту полета днем и ночью позволяет изменить воздушный клапан, находящийся в верхней части оболочки и управляемый небольшим двигателем, питаемым от бортового источника энергии. Когда клапан открыт, теплый воздух в оболочке замещается холодным, поступающим через нижнее отверстие, диаметр которого больше диаметра клапана. Причем объем оболочки остается постоянным.

Многодневные полеты на воздушных шарах стимулировали состязательный дух аэронавтов. Многие энтузиасты воздухоплавания мечтали совершить полет вокруг Земли. Сначала предпринимались попытки перелететь какой-либо океан. Наиболее подходящим оказался Атлантический, северная часть которого испещрена многочисленными воздушными и морскими трассами. Это облегчало наблюдение за полетом и поиск смельчаков, рискнувших совершить перелет Атлантики.

14 сентября 1984 года 58-летний американец Д. Киттинджер, в прошлом военный летчик-испытатель, стартовал из города Карибу в штате Мэн, и благодаря сильному попутному ветру примерно через 70 часов оказался у берегов Франции. Трасса его полета пролегла над Ньюфаундлендом, затем южнее Гренландии и перед Ирландией круто повернула на юго-восток. Это несколько затруднило выбор места посадки, так как над Европой аэронавт оказался значительно южнее тех мест, где планировалось приземление. Пролетев вдоль северных отрогов Пиренеев и Средиземноморского побережья Франции, он приземлился в лесистой местности возле итальянского города Савона. Финиш был трудным, аэронавта выбросило из гондолы с высоты трех метров, он сломал ногу и был сразу же доставлен в госпиталь.

В 1998 году рекорд пребывания в полете поставил Стив Фоссетт. Отправился он в полет в новогоднюю ночь, обвешав всю гондолу баллонами с пропаном, чтобы подольше подогревать воздух в оболочке. Однако в полете с ним приключилась неприятность – отказала компьютерная система отопления

кабины и он стал мерзнуть. Пришлось спуститься в более теплые слои атмосферы. На высоте 914 метров воздухоплаватель пересек российскую границу в районе Анапы. Через некоторое время от него поступил сигнал об экстренном снижении – техника окончательно отказала, и он был вынужден приземлиться возле хутора Гречаная Балка, что в Краснодарском крае.

Рекордсменом же 1998 года оказался международный экипаж в составе швейцарца Бертрана Пикара, бельгийца Бима Верстраэтена и англичанина Энди Элсона. Стартовав из Европы в небеса без особой шумихи на шаре «Братлинг Орбитер-2», они пролетели более двадцати тысяч километров. Но, попав в неблагоприятные метеоусловия, были вынуждены приземлиться в Бирме.

Ажиотаж нарастал. В 1999 году один за другим стартовали экипажи из разных стран и чаще всего терпели неудачу. Основная борьба разгорелась между европейцами. Британцы Энди Элсон и Колин Прескот, стартовав первыми из Испании 17 февраля 1999 года, провели в воздухе более двенадцати суток, побив мировой рекорд продолжительности и дальности полета, но все-таки были вынуждены приземлиться – кончилось топливо.

Вслед за рекордсменами устремился другой воздушный шар, стартовавший 1 марта, в воскресенье утром, из швейцарского местечка Шато д'Э с той же целью – совершить беспосадочный облет нашей планеты. Его командором стал внук знаменитого швейцарского ученого и путешественника Огюста Пикара – Бертран. Стартовать своевременно, то есть в канун Нового года, ему помешали две причины: неблагоприятная погода и отсутствие разрешения Пекина на пролет воздушного пространства КНР.

Отсеки «Орбитера-3» были наполнены не гелием, а пропаном, поэтому он оказался больше и тяжелее, чем шар Элсона и Прескота. Его высота была 55 метров, а весил он 9 тонн. Зато он смог взять большие запасы горючего, и это, в конце концов, себя оправдало.

«Пикар и его напарник, британский пилот Брайан Джонс, надеялись облететь Землю за 16 суток, – пишет в журнале „Техника – молодежи" С. Николаев, – имея в виде преимущества разрешение на пролет над южной частью Китая. Однако экспедиция складывалась далеко не просто. Стартовать пришлось при сильном наземном ветре, не дожидаясь хорошей погоды, поскольку Пикар боялся упустить попутные стратосферные течения. Сразу же после старта их понесло к Испании. Однако им удалось немного выправить направление полета, попасть над Мавританией в попутное воздушное течение, которое направило их в сторону Индии, Китая и через Тихий океан к Калифорнии…

Несколько раз шар обмерзал и начинал стремительно терять высоту. Наблюдались также неполадки в системах снабжения кислородом и управления шаром…

Лишь когда воздушный шар «Орбитер-3» на восемнадцатый день миновал американский континент и оказался над Атлантикой, воздухоплаватели стали

всерьез надеяться на благополучный исход своей экспедиции. Надежда придала им силы, которые к тому времени находились уже на исходе. Аэронавты докладывали на контрольный пункт, что у них вышел из строя один из обогревателей, и температура на борту не превышает восьми градусов Цельсия. Оба сильно простужены. Бертран Пикар, по основной профессии врач-психиатр, был вынужден даже прибегнуть к гипнозу, чтобы восстановить силы».

21 марта около десяти часов утра невероятно усталые воздухоплаватели, пролетев более сорока тысяч километров, смогли покинуть свою тесную кабину. «Орел совершил посадку», – радировали они в Швейцарию, приземлившись неподалеку от деревушки Мут, что в 800 километров юго-западнее Каира.

Итак, рекорд установлен. О чем же теперь мечтать современным воздухоплавателям? О перелете через оба полюса? Или устроить гонки на шарах вокруг земного шара – кто совершит кругосветное путешествие быстрее? Вероятно, логичнее пойти по другому пути. Специалисты НАСА построили для астрономических исследований гигантский аэростат, похожий на тыкву. Его диаметр – около 128 метров, а высота – 78. Одна из попыток весной 2001 года закончилась неудачей. Шар опустился из-за утечки, поднявшись на высоту 20 километров. Предполагается, что подобный гигант будет плавать на высоте 35 километров с 1350 килограммами научной аппаратуры и оставаться в воздухе до ста дней. И за это время, при наличии благоприятных ветров, раз пять облетит вокруг нашей планеты.

При этом все управление будет осуществляться по радио и с помощью автопилота. Предусматривается использование солнечных батарей для питания бортовых систем. Запуск шара обойдется как минимум втрое дешевле, чем запуск спутника, причем аппаратуру, спускаемую на парашюте, можно использовать несколько раз.

Другой оригинальный проект предложили американские студенты-дизайнеры Эрик Рейтер и Дэвид Гудвин: 180-метровый воздушный корабль поплывет в небесах подобно клиперу. Нижняя часть его вертикальной структуры послужит килем-стабилизатором, в то время как наполненные гелием понтоны – центральный и два боковых – станут работать как паруса. Аэростат-гигант можно будет использовать в качестве научной базы или туристического воздушного судна.

Сверхзвуковой пассажирский лайнер «Конкорд»

Первым в мире сверхзвуковым пассажирским самолетом стал советский ТУ-144. При его изготовлении был использован опыт, накопленный при создании стратегического бомбардировщика М-50.

Отличительной чертой Ту-144 было треугольное крыло с «ломаной»

передней кромкой. Как показали исследования, проведенные в СССР, Швеции, США и Англии в 1950-х годах, треугольное крыло с ломаной передней кромкой позволяло не только снизить коэффициент лобового сопротивления в зоне трансзвуковых скоростей, несколько улучшить взлетно-посадочные характеристики самолета, но и уменьшить перемещение центра давления самолета при выходе на сверхзвуковые скорости.

Логическим завершением этого большого комплекса работ был переход к треугольному крылу с непрерывно меняющимся по размаху углом стреловидности: от очень большого у корня (75-85 градусов) до средних значений в концевой части (50-65 градусов). Такие крылья получили название «оживальных» и были применены совместной англо-французской фирмой при создании сверхзвуковых самолетов гражданской авиации «Конкорд».

Прежде чем применить оживальные крылья на реальном самолете, было решено, независимо друг от друга, и в Англии, и в СССР провести испытания не только в аэродинамических трубах, но и в полете на самолетах-аналогах. Такой летающей моделью в СССР стал одноместный экспериментальный самолет ОКБ А.И. Микояна «МиГ-Аналог 144», а в Англии – одноместный экспериментальный самолет ВАС221 фирмы «Бритиш Эркрафт».

Летчик-испытатель О.В. Гудков начиная с 1967 года совершил десятки полетов на «Аналоге 144», неоднократно проверив все возможные режимы, включая даже те, которые были недоступны пассажирскому самолету. Результаты испытаний этой летающей лаборатории были использованы для доработки проекта Ту-144 и позволили ускорить его испытания, начатые в декабре 1968 года летчиком-испытателем Э.В. Еляном. Первый полет Ту-144 состоялся 31 декабря 1968 года и длился 38 минут.

На другой день французская газета «Пари пресс энтрансижан» писала: «Полет Ту-144 является исторической датой в авиации, знаменующей выход Советского Союза на первое место в строительстве сверхзвуковых пассажирских самолетов».

Другой английский самолет-аналог ВАС221 начал свои полеты с мая 1964 года. У него был более узкий диапазон исследуемых скоростей – от посадочных до 1700 километров в час. Но, несмотря на более легкую задачу, испытания затянулись. Результаты их были использованы при постройке самолета «Конкорд», который поднялся в воздух на три месяца позже Ту-144 – в марте 1969 года.

Достижения науки в СССР и в передовых странах Запада позволили советским ученым и конструкторам, а также конструкторам англо-французских компаний найти оптимальное решение аэродинамической и общей компоновки сверхзвукового самолета гражданской авиации.

В опытном варианте Ту-144 при взлетной массе 195 тонн и грузоподъемности 15 тонн при крейсерской скорости 2200 километров в час имел расчетную дальность 6500 километров. На практическом потолке,

равном 18000 метров, он мог развивать максимальную скорость 2500 километров в час. Самолет Ту-144 был снабжен более экономичными, чем у «Конкорда», турбореактивными двигателями с форсажной камерой ОКБ Н.Д. Кузнецова – НК-144 с тягой 12750 кН каждый.

После первого полета Ту-144 31 декабря 1968 года второй полет продолжительностью 50 минут был совершен 8 января 1969 года. В процессе дальнейших испытаний в мае 1970 года впервые в истории авиации гражданский пассажирский самолет достиг числа М равного двум – скорости 2150 километров в час на высоте 16300 метров. Осенью того же года на высоте 17000 метров была превышена скорость 2430 километров в час. Это и сегодня рекорд скорости для пассажирских самолетов.

Однако судьба лайнера оказалась печальной. Сначала произошла катастрофа на выставке в Ле-Бурже, что существенно затормозило выход Ту-144 на регулярные авиалинии. Первый коммерческий сверхзвуковой рейс, но без пассажиров на борту, самолет Ту-144 совершил 26 декабря 1975 года по маршруту Москва – Алма-Ата, но лишь с ноября 1977 года начались полеты с пассажирами по тому же маршруту. Вскоре полеты были прекращены, по причине экономической нецелесообразности и из экологических соображений.

Судьба «Конкорда» также была непростой, но все же более счастливой. 26 октября 1962 года правительства Франции и Великобритании подписали финансово-экономическое соглашение о совместном создании сверхзвукового пассажирского самолета (СПС) «Конкорд». Днем раньше было подписано соглашение между английской фирмой BAC и французской SNCASE, из которого следовало, что англичане берут на себя две трети работ по двигательным установкам, а французы – примерно шестьдесят процентов всех работ по планеру и его системам. При этом фирмы взяли на себя обязательства организовать и координировать работы десятков фирм Франции и Англии, которые примут участие в программе.

Согласованный график работ предусматривал облет опытного образца в 1966 году, в следующем году – облет предсерийного самолета, еще через год – серийного и выпуск первых самолетов на линию в 1970 году. При этом предполагалось, что стоимость работ составит 170 миллионов фунтов стерлингов, а цена самолета не будет превышать 10 миллионов долларов.

Однако со временем стали возникать технические проблемы, которые затягивали время реализации отдельных этапов программы. Строительство двух опытных образцов началось лишь в феврале 1965 года, а испытание первого из них, как уже говорилось, состоялось в марте 1969 года. Первый предсерийный самолет «Конкорд» был облетан в декабре 1971 года, а первый серийный – в октябре 1973 года.

Увеличившаяся масса и затянувшийся период разработки повлекли за собой многократное увеличение затрат по программе и продажной цены самолета. После подведения итогов выяснилось, что за период 1962—1976 годов Франция и Великобритания вместе израсходовали 1200 миллионов фунтов

стерлингов. Цена самолета, которая в начале 1970-х годов составляла 25 миллионов долларов, в 1974 году – 40,25 миллионов, возросла в 1976 году до 60 миллионов.

21 января 1976 года два самолета «Конкорд» одновременно начали выполнять регулярные пассажирские рейсы на трассах Париж – Рио-де-Жанейро и Лондон – Бахрейн. В общей сложности до 1978 года было построено 18 самолетов.

Хотя в 1972 году поступили предварительные заказы на строительство 74 самолетов, однако запрещение полетов сверхзвуковых пассажирских самолетов над территорией США (позднее такой запрет ввели многие страны, в том числе Япония) привело к аннулированию большинства заказов.

По мере развития самолета от опытного образца до серийного он подвергся значительным доработкам, в результате чего изменились не только габариты, масса и характеристики, но и стоимость программы и цена самолета. В проекте «Супер-Каравелла» предполагалось, что взлетная масса самолета составит 92 тонны, а в предварительном проекте «Конкорд» – 130 тонн. В действительности взлетная масса первого опытного образца составила 148 тонн, а в процессе доработок она возросла до 156 тонн. Предсерийный самолет уже имел массу около 175 тонн, а серийный – свыше 180 тонн. Соответственно увеличились и габариты, в первую очередь длина фюзеляжа (с 56,24 метра у опытного образца и 58,84 метра у предсерийного самолета до 61,66 метра у серийного самолета).

Первоначально предусматривалось, что самолет будет перевозить 90-110 пассажиров на расстояние 4500 километров со скоростью порядка М = 2,2. В ходе работ максимальная дальность самолета возросла до 6580 километров, однако крейсерскую скорость пришлось ограничить величиной М = 2,04.

«Конкорд» представляет собой построенный по схеме «бесхвостка» низкоплан с овальным, поперечно изогнутым крылом. Управление по курсу обеспечивается классическим вертикальным оперением с двухсекционным рулем направления.

Фюзеляж лайнера выполнен в виде цилиндрической конструкции с относительно малым поперечным сечением. Ввиду значительной длины фюзеляжа и относительно больших углов атаки во время взлета и посадки «Конкорд» снабжен высоким шасси, в результате чего ось самолета находится на высоте 5,4 метра над поверхностью земли.

Для увеличения видимости из кабины пилотов во время взлета и посадки носовая часть фюзеляжа может опускаться. Шасси – трехстоечное, со спаренными передними колесами и четырехколесными тележками на главных стойках. «Конкорд» снабжен тремя независимыми гидравлическими системами – двумя основными и одной аварийной. Они обеспечивают работу гидроусилителей управляющих поверхностей, выпуск и убирание шасси, управление передними колесами во время маневрирования на земле, взлета и посадки, опускание и подъем передней части фюзеляжа, работу топливных

насосов балансировочной системы и регулирование входных и выходных устройств двигательной установки.

Самолет рассчитан на небольшие перегрузки, в связи с чем скорости его снижения и маневра ограничены. Для изготовления самолета использовались главным образом жаропрочные сплавы алюминия. Из сплавов титана и стали выполнены элементы двигательной установки, обшивка руля направления и некоторые части шасси.

Для обеспечения минимальной массы самолета выбрана конструкция планера, соответствующая принципу равнопрочности всех ее элементов. Кроме того, большая часть конструкции выполнена методом фрезерования целых панелей, что позволило исключить множество соединений, предотвратить деформацию обшивки и изменение формы профиля в полете. Технологическое разделение также отличается от традиционного: конструкция разделена на секции, каждая из которых состоит из части фюзеляжа и прилегающей к нему части крыла. Это облегчает соединение лонжеронов крыла с силовыми шпангоутами фюзеляжа. Обшивка крыла выполнена из монолитных, предварительно напряженных панелей, в результате чего масса самолета уменьшилась приблизительно на 20 процентов (по сравнению с традиционными конструкциями).

Четыре турбореактивных двигателя «Олимпус-593» совместной разработки фирм «Роллс-Ройс» и SNECMA расположены попарно в двух подкрыльных гондолах таким образом, что срез выходных сопел находится в плоскости задней кромки крыла. Двигатели оснащены форсажными камерами и устройствами реверса тяги. Основная задача форсажных камер сводится к увеличению тяги во время взлета и при переходе самолета через скорость звука. Конструкция реверсов тяги обеспечивает во время посадки тормозную силу, равную 45 процентам взлетной тяги. «Олимпус-593» представляет собой усовершенствованный вариант двигателя «Олимпус-22R» с тягой на форсаже 146,80 кН (14970 килограммов), установленного на самолете TSR-2. У каждого двигателя имеется отдельный регулируемый воздухозаборник прямоугольного поперечного сечения.

К середине 1980-х годов двигательные установки были усовершенствованы, что позволило снизить уровень акустического нагружения и повысить их экономичность. Для защиты окружающей среды от выхлопных газов двигателей, содержащих большой процент окислов азота, разрушающих озоновый слой атмосферы, были снижены эксплуатационные диапазоны высот полета и повышены требования к чистоте выхлопных газов. Это удалось добиться путем снижения степени сжатия компрессоров двигателей.

Топливная система включает 17 кессонных топливных баков, расположенных в крыле и фюзеляже. Их емкость составляет 119786 литров. Топливо используется также для изменения положения центра тяжести самолета во время преодоления звукового барьера и для охлаждения конструкции. Этой цели служат четыре балансировочных бака (в передних

околофюзеляжных частях крыла с максимальной стреловидностью) и бак в хвостовой части фюзеляжа (за задней кромкой крыла).

За время эксплуатации «Конкордов» были получены интересные статистические данные: абсолютное большинство пассажиров сверхзвуковых лайнеров – 82 процента – составляют мужчины, их средний возраст – 48 лет. Из них большинство – 44 процента – представлено американцами, на втором месте – 28 процентов – французы, следом идут жители Европы – 18 процентов и представители других стран – 10 процентов.

Больше всего свое время ценят высокопоставленные политические деятели – 44 процента всех пассажиров, после них идут промышленники и бизнесмены, затем – спортсмены и деятели искусства и просто состоятельные пассажиры.

Полеты на «Конкордах» выполняются строго по графику: задержка рейса не превысила трех минут! Но эту идеальную картину до основания разрушил «черный вторник» – 25 июля 2000 года.

Сообщение о катастрофе привело в состояние шока не только Францию, но и всю Европу. Еще бы, разбился сверхзвуковой «Конкорд», считавшийся до этого самым безопасным и надежным самолетом в мире. За двадцать пять лет непрерывной эксплуатации «Конкорд» ни разу не потерпел аварию! Имели место только два летных инцидента.

Гибель «Конкорда» повлекла за собой необратимые последствия. Парижская, Нью-Йоркская и Токийская биржи моментально отреагировали на катастрофу заметным падением курса авиакомпаний «Эр Франс» и «Бритиш Эйрвейз», а американские СМИ начали атаку против европейских авиакомпаний.

Однако вскоре из Парижа поступило сообщение о том, что «Эр Франс», которой принадлежал «Конкорд», разбившийся 25 июля, подала в суд на американскую авиакомпанию «Континентал Эйрланс». Комиссия, расследовавшая причины катастрофы «Конкорда», закончила свою работу и пришла к выводу, что причиной трагедии стала отвалившаяся деталь американского аэробуса «Дуглас ДК-10», который взлетел с той же полосы перед «Конкордом». Специалисты установили: острый кусок металла, обнаруженный при тщательном осмотре взлетно-посадочной полосы, пробил шину французского самолета, что привело к ее взрыву и пожару двигателей. Согласно международному своду законов, авиаперевозчик несет ответственность за ущерб, причиненный предметами, упавшими с его воздушного судна. Этот закон и позволил «Эр Франс» предъявить иск американской авиакомпании на возмещение ущерба от падения «Конкорда». С аналогичными исками в суд обратились адвокаты, представляющие интересы родственников погибших при катастрофе.

Транспортный самолет «Руслан»

Американские военные, разрабатывая идею о стратегических перебросках войск по воздушным мостам на другие континенты мира, выдвинули новые требования к военно-транспортному самолету, способному перевозить на стратегические дальности грузы в 75-100 тонн. Речь шла о том, что новый стратегический военно-транспортный самолет смог бы перевозить по воздуху всю тяжелую технику пехотной дивизии армии США за возможно малое число рейсов.

Контракт на полномасштабную разработку нового самолета С-5А «Гэлекси» фирма «Локхид» получила в октябре 1965 года. Серийное производство началось с 1969 года. Самолет С-5А «Гэлекси» стал основным средством для быстрой переброски тяжелого вооружения и живой силы на заокеанские театры военных действий. При максимальной полезной нагрузке в 77 тонн самолет мог совершать полет на дальность 5740 километров.

В эти годы «Гэлекси» стал самым большим самолетом мира; его взлетная масса составила 323 тонн. Однако, по мнению специалистов США, самолет С-5А по ресурсу был «слабой конструкцией». Поэтому последовало создание новой модификации «Гэлекси» – самолета С-5В, который демонстрировался в 1986 году на Абботсфордском авиационном салоне в Ванкувере в Канаде. Однако С-5В к этому времени уже перестал считаться самым гигантским самолетом мира.

Это звание перешло к новому советскому транспортному самолету Ан-124 «Руслан». Его демонстрация на международных выставках в Париже в 1985 и 1986 годах убедила весь мир, что советские авиационные ученые и конструкторы вновь вышли вперед в деле создания сверхтяжелых самолетов.

В нормальном серийном варианте транспортный самолет Ан-124 имеет взлетную массу 405 тонн, а максимальную полезную нагрузку – 150 тонн. Крейсерская скорость его достигает 800—850 километров в час, а потолок – 10-12 километров. Самолет имеет максимальную дальность полета 16500 километров, а при максимальной коммерческой нагрузке – 4500 километров.

В 1985 году Ан-124 поднял на высоту одиннадцать километров груз в 171 тонну, легко обойдя американский «грузовик» С-5А «Гэлекси», а это свидетельствует о том, что самолет Ан-124 «Руслан» обладает уникальными летно-техническими характеристиками.

Силовая установка Ан-124 состоит из четырех маршевых двигателей Д-18Т и двух вспомогательных ТА-12. Схема высокоплана позволила удалить их от земли и тем самым предохранить от засасывания в воздухозаборники посторонних предметов.

Установленные на «Руслане» турбовентиляторные двухконтурные Д-18Т на тот момент можно было смело отнести к числу лучших в мире. Взлетная тяга Д-18Т, созданного коллективом, руководимым В.А. Лотаревым, достигает 230 кН, а наличие степени двухконтурности, равной шести, позволила получить более экономичные показатели.

Маршевые двигательные установки «Руслана» оборудованы системой

раздельного запуска, а при необходимости предусмотрен и одновременный запуск всех маршевых двигателей. Кроме ручного управления каждый двигатель имеет и электронную систему от бортового автоматического управления. Используя ее, экипаж может даже в очень сложных метеоусловиях заходить на посадку в автоматическом или полуавтоматическом режиме.

«При разработке Ан-124, – говорит генеральный конструктор ОКБ Антонова П.В. Балабуев, – был творчески использовав накопленный в ОКБ опыт создания тяжелых транспортных самолетов. В частности, – оправдавшие себя принципиальная схема высокоплана, основы технологии изготовления крупных монолитных деталей, сборка на клею и многое другое. В то же время коллектив ОКБ, как этого требуют задачи ускорения научно-технического прогресса, самостоятельно и с помощью других научных, конструкторских в производственных организаций – смежников, а их – сотни, настойчиво решал множество новых проблем, в том числе касавшихся вопросов аэродинамики, прочности, управляемости такой большой машиной, как „Руслан". Чтобы обеспечить самолету высокие скорости – до 880 километров в час – впервые в практике ОКБ использовано относительно толстое стреловидное крыло с умеренно сверхкритическим профилем. Его верхняя „дужка" более плоская, чем нижняя. Найдены и тщательно отработаны формы хвостовой части фюзеляжа, зализы крыла, обтекатели шасси и многое другое, обеспечивающее аэродинамическое совершенство самолета. А это благоприятно сказалось на его общей эффективности, так как способствовало увеличению грузоподъемности и дальности полета.

Самолет скомпонован на задний диапазон центровок. Это сделано для того, чтобы получить наибольшую весовую отдачу машины, уменьшить потери аэродинамического качества при балансировке. Правда, компоновка на задний диапазон центровок потребовала создания на самолете ряда специализированных систем, обеспечивающих высокую устойчивость и управляемость машины во всем диапазоне скоростей полета. Такие системы, используя достижения современной электроники и автоматики, специалисты ОКБ создали совместно с другими коллективами. Система устойчивости и управляемости, например, предназначенная для демпфирования (гашения) колебаний самолета по курсу и тангажу, позволила получить идентичность продольного управления во всем диапазоне центровок самолета. Электрогидравлическая система автоматической загрузки штурвала обеспечила практически полное снятие сил трения при действиях рулем высоты и элеронами, точную фиксацию заданного балансировочного положения штурвала, позволяет пилотировать самолет на всех этапах полета одной рукой». Большое внимание при создании «Руслана» было уделено удобству транспортировки грузов. Конструкция самолета позволяет быстро и удобно производить погрузку и выгрузку самых различных грузов, в том числе длинномерных ферм и мостовых конструкций, речных судов небольшого

водоизмещения, бурового оборудования. Грузовая кабина Ан-124 имеет высоту 4,4 метра, ширина его по полу достигает 6,4 метра, а длина – 36,5 метра. Погрузка и выгрузка самоходной тележки осуществляется своим ходом: автомобиль или бульдозер въезжает через передний люк-рампу, а выезжает через задний люк. Для несамоходных грузов используют имеющиеся на борту самолета мостовой кран мощностью до 10 тонн, две лебедки с тягой по 3 тонн, а также рольганги. Для облегчения заезда и выезда машин самолет снабжен системой регулирования высоты пола грузовой кабины. При использовании этой системы самолет как бы «приседает». На выставках в Париже (1985 года) и Канаде (1986 года) эти движения самолета назвали «танцем слона». Американский конструктор Роберт Ормсби – создатель самолета С-5А «Гэлекси», осмотрев «Руслан», сказал, что фирме «Локхид» не удалось довести до эксплуатационного уровня подобную систему.

Так как «Руслан» предназначен для посадки в местах, не имеющих оборудование аэродромов, – выгрузка и загрузка может осуществляться без наземного энергопитания. Его обеспечивают две бортовые вспомогательные силовые установки с генераторами и турбонасосами.

С учетом возможных посадок на «полевых» аэродромах разработано и шасси самолета. Оно выполнено по трехопорной схеме – две основные и передняя. Высокопроходимое, многостоечное шасси позволяет эксплуатировать самолет не только на бетонированных, но и на грунтовых аэродромах. Для облегчения разворотов при движении самолета по земле передние и задние стойки основных опор выполнены самоориентирующимися.

Система торможения оборудована автоматической блокировкой торможения до приземления и до раскрутки колес, а также защитой колес от юза. Тормоза изготовлены из углепластикового материала, имеют принудительное воздушное охлаждение и подключены к трем независимым гидросистемам таким образом, что отказ любой из гидросистем практически не влияет за симметричность торможения.

По сложившейся в ОКБ традиции, обеспечение безопасности полета Ан-124 было наиважнейшей задачей. Это относится к его силовой конструкции, двигательной установке, взлетно-посадочным средствам, системам управления. Основные из них дублированы, что при высокой энерговооруженности «Руслана» и полученных аэродинамических характеристиках позволяет экипажу, скажем, продолжить взлет при одном, а горизонтальный полет даже при двух неработающих двигателях, совершить безмоторную посадку.

Гидравлический комплекс «Руслана» состоит из четырех автономных гидросистем. Комплекс питает рабочей жидкостью: приводы системы управления самолетом и механизацией крыла; механизм поворота колес передней опоры; сети управления передним и задним грузолюками, торможения колес и т д. В каждой гидравлической системе кроме основных насосов предусмотрены резервные источники питания.

В составе топливной системы «Руслана», также максимально автоматизированной, четыре группы. Каждая питает «свой» двигатель. Даже если произойдет, вообще говоря, совершенно немыслимый случай – обесточивание борта, топливо пойдет в двигатель самотеком. Примененная на самолете система кольцевания позволяет подавать топливо из баков одного двигателя к любому другому.

Впервые в практике ОКБ Антонова на самолете была применена бортовая автоматизированная система контроля (БАСК). Она дает информацию о состоянии систем и механизмов самолета и предупреждает пилота в случае нарушения им технологии подготовки к старту или к посадке. Если, например, экипаж не проверил тормоза, то на электронном табло загорается требование: «Тормоза проверь!». Вмешивается БАСК и тогда, когда летчик при явной неисправности пытается взлететь. Тогда на табло загорается приказ, который БАСК отдает экипажу: «Взлет запрещен!».

«При разработке Ан-124, – говорит П.В. Балабуев, – в целом, и особенно кабины экипажа и ее оборудования, коллектив стремился учитывать требования эргономики и добился определенных результатов. На „Руслане" у летчика сосредоточены лишь функции и средства, связанные с пилотированием самолета, в том числе управление вектором тяги двигателей, положением механизации крыла и шасси. Системами и механизмами, не связанными непосредственно с пилотированием, управляют остальные члены экипажа.

В соответствии с требованиями эргономики на «Руслане» применена более совершенная, чем на предыдущих самолетах, система отображения информации. Использованы, в частности, разработанные нашими специалистами для бортинженеров мнемонические схемы, построенные по принципу отображения функционального состояния систем и порядка управления ими. Схемы практически исключают возможность ошибочных действий, помогают в минимальное время принять решение и выполнить его с помощью соответствующего органа управления.

На корабле установлены также новые пилотажно-навигационные индикаторы интегрального типа. В одном приборе объединяется большое количество информации при улучшенном ее отображении. Между прочим, помимо приборов с традиционными круглыми шкалами использованы приборы и с вертикальными шкалами. Как показали исследования, данные о работе групповых систем самолета (оборотах четырех двигателей, уровне топлива в симметричных баках и т п.) лучше воспринимаются именно на вертикальных шкалах».

В ОКБ Антонова уже много лет используют композиционные материалы для постройки различных летательных аппаратов: от самолетов до дирижаблей. И «Руслан» не исключение. Помимо композиционных материалов, при его создании использовались новые высокопрочные стали, алюминиевые сплавы с повышенным коэффициентом вязкости, детали, изготовленные методом

порошковой металлургии. В результате их применения в различных частях конструкции удалось более чем на две тонны снизить массу самолета.

6-7 мая 1987 года на Ан-124 был побит державшийся четверть века мировой рекорд дальности и продолжительности полета по замкнутому маршруту, установленный на реактивном бомбардировщике В-52Н.

При взлетной массе в 455 тонн самолет Ан-124 ровно в 7 часов утра 6 мая стартовал из Москвы в направлении на юго-восток, к Каспийскому морю, от которого он вдоль границы СССР пошел на восток. От Камчатки самолет повернул на север, где от залива Креста полетел на запад над льдами Северного Ледовитого океана. Пройдя Мурманск, самолет свернул на юг и от Черного моря вернулся в Москву. За 25 часов 30 минут он пролетел расстояние в 20151 километр. Экипажем в полете руководил летчик-испытатель Владимир Терский.

В Книге рекордов Гиннесса есть несколько упоминаний и о «Руслане». Одна из статей – «Крупнейшая коммерческая грузовая перевозка»: «Рекорд был установлен опытно-конструкторским бюро под руководством О.К. Антонова и британской чартерной компанией „Эйр фойл“: 10-14 января 1991 года они на самолетах „Ан-124“ перебросили по воздуху из Барселоны, Испания, в Нумеа, Новая Каледония, три трансформатора весом 43 тонны каждый и прочее оборудование общим весом 133,485 тонн. Советская государственная авиакомпания „Аэрофлот“ на самолете „Ан-124“ по заказу фирмы „Релог Острэлиа“ в ноябре 1989 доставила из Хельсинки, Финляндия, в Мельбурн, Австралия, моноблочную ротационную печатную машину весом 55 тонн. Общий полезный груз составил 122 тонны».

21 декабря 1988 года в СССР начались испытания нового гигантского шестидвигательного самолета Ан-225 «Мрия» («Мечта»), также созданного в ОКБ Антонова под руководством генерального конструктора П.В. Балабуева.

Модифицированный вариант Ан-124, имеющий рекордный размах крыла в 88,4 метров, был построен, в первую очередь, для транспортировки советского орбитального корабля многоразового использования «Буран».

При стартовой массе более 500 тонн самолет может доставлять груз в 250 тонн на расстояние 4000 километров с крейсерской скоростью 800 километров в час. Он имеет удлиненный фюзеляж, позволяющий вмещать 1190 кубических метров полезного груза. Грузовая кабина вмещает до восьмидесяти легковых автомобилей.

Неудивительно, что Ан-225 быстро стал автором множества рекордов. 22 марта 1989 года самолет поднял груз весом 156,3 тонны на высоту 12410 метров. Экипаж из семи человек возглавлял капитан Александр Галуненко. Полет проходил по замкнутому маршруту Киев – Ленинград – Киев без посадки на расстояние 2100 километров в течение 3 часов 47 минут. В ходе этого полета было установлено 109 мировых авиационных рекордов!

13 мая 1989 года на своей «спине» самолет впервые транспортировал советский орбитальный корабль многоразового использования «Буран».

Продолжался полет 13 часов 13 минут.

Самолет «Вояджер»

Этот летательный аппарат был сконструирован для длительного путешествия. Поэтому ему и дали имя «Вояджер» – «путешественник».

Рекордный полет американских пилотов на «Вояджере» не может не вызывать восхищения. Самолетом управляли летчик-испытатель Дик Рутан и 34-летняя летчица спортивной авиации Джина Йигер. Девять суток и четыре минуты они находились в воздухе, приземлившись на авиабазе Эдвардс в США 23 декабря 1986 года, откуда и начинали свой перелет.

За девять суток «Вояджер» покрыл расстояние в 40 тысяч километров. Специалисты утверждали, что он мог пролететь еще 500 километров.

Человек во все времена стремился покорить новые рубежи. Первый в мире рекорд дальности полета был установлен в начале XX века бразильцем Альберто Сантос-Дюмоном, который пролетел на летательном аппарате собственной конструкции… 220 метров. Своеобразным предшественником «Вояджера» можно считать АНТ-25, разработанный советским авиаконструктором Андреем Николаевичем Туполевым. На нем были установлены фантастические по тем временам чкаловские рекорды, которые дали мощный импульс развитию советской науки. Советским пилотам, которые в 1937 году совершили беспосадочный перелет из СССР через Северный полюс в Америку, рукоплескал весь мир.

Путешествие «Вояджера» привлекло внимание и Пентагона. Его представитель вспомнил, что предыдущий мировой рекорд полета по прямой был установлен в 1962 году на бомбардировщике ВВС США В-52. Тогда американская «летающая крепость» взлетела в Токио и приземлилась на базе ВВС США в Испании, пролетев более двадцати тысяч километров.

Наиболее яркими представителями экспериментальных самолетов из композиционных материалов стали два самолета конструктора Берта Рутана: административный самолет фирмы «Боинг» Бичкрафт «Старшип-1» и рекордный дальний самолет Рутан «Вояджер». Первый из этих самолетов выпуска 1983 года был спроектирован с помощью ЭВМ, при этом в качестве основного материала конструкции был использован углепластик с повышенными техническими показателями.

По схеме самолет Бичкрафт «Старшип-1» был двухдвигательным самолетом-«уткой», причем разнесенное вертикальное оперение располагалось на концах крыла, одновременно выполняя функции концевых шайб.

В 1981 году Рутан начал работать над самолетом «Вояджер», который предназначался для кругосветного беспосадочного перелета. Скромная гостиная дома Берта Рутана в городке Мохаве, штат Калифорния,

превратилась в штаб по подготовке полета и служила этой цели целых пять лет. Вместе с ним работали его брат Дик и Джина Йигер, в прошлом чертежница-конструктор. А в ангаре № 77 на местном аэродроме все это время не было отбоя от добровольцев. Многие местные жители изъявили желание помочь в строительстве летательного аппарата.

Предметом особой гордости братьев было то, что они претворили в жизнь свою затею на собственные средства, не получив от правительства ни цента. Но было бы ошибкой подозревать их в полном бескорыстии. Создав фирму «Вояджер эйркрафт инкорпорейтед», Рутаны наметили программу возвращения своих денег и даже получения прибылей за счет показательных полетов и рекламы. Так, например, компания «Мобил ойл корпорейшн» предоставила для двигателей «Вояджера» новое синтетическое масло, взамен приобретя право использовать изображение самолета на рекламных проспектах своей продукции.

Первый испытательный полет, выполненный в июне 1984 года Диком, продолжался 30 минут. Максимальное же расчетное время полета самолета без посадки было 14 суток, протяженность – 45060 километров. Но абсолютный рекорд дальности – полет без посадки и без дозаправки – состоялся через два года.

Дальность полета зависит, прежде всего, от отношения веса топлива к взлетному весу самолета. Масса пустого самолета «Вояджер» была всего 840 килограммов при массе горючего в 4052 килограмма. Взлетная масса составляла 5137 килограммов. 72 процента взлетного веса «Вояджера» составляло топливо! Для сравнения, у современных дальних пассажирских самолетов относительный вес топлива доходит примерно до 40 процентов, у АНТ-25, чуда 1930-х годов, он составлял 52 процента. Недаром в американской печати его окрестили «летающим бензобаком».

Повышение запаса топлива представляет особенно трудную проблему именно для небольших самолетов. Ведь у них не хватает внутреннего объема для размещения такого большого запаса горючего. На «Вояджере» объемы для топлива удалось увеличить за счет применения двухбалочной компоновочной схемы. Кроме традиционных емкостей, прежде всего в крыле, а также в фюзеляже и горизонтальном оперении, были использованы дополнительные емкости этих двух балок.

Другой важнейшей задачей было снижение веса пустого самолета. Уменьшению веса конструкции способствовало применение новейших композиционных материалов с высочайшими характеристиками. Так, основной использованный углепластик в пять-десять раз прочнее стали и намного легче обычных алюминиевых сплавов. Примененная двухбалочная компоновка также способствовала уменьшению веса конструкции, так как эти балки, как говорят, «разгружали» крыло (снижали изгибающий момент по крылу от аэродинамических сил за счет нагружения крыла моментом в противоположную сторону, вниз, от сил веса балок с содержимым).

Уменьшился вес силовой установки, оборудования, снаряжения. Все это способствовало и уменьшению потребной тяги или мощности двигателей, а значит, их веса и расхода топлива.

Другим способом увеличения дальности полета является улучшение аэродинамики самолета. Это позволяет выбрать менее мощный и вместе с тем более легкий двигатель с меньшим расходом топлива. Поскольку «Вояджер» тихоходный самолет, то значительную долю аэродинамического сопротивления составляет так называемое индуктивное сопротивление, обусловленное вихреобразованием на концах крыла и снижающееся при увеличении размаха крыла. Для борьбы с ним на самолете было установлено чрезвычайно длинное крыло с удлинением 33,8 (отношение размаха к средней хорде – ширине), в то время как у современных пассажирских самолетов удлинение крыла, как правило, не превышает 10.

Гондола с кабиной экипажа и двумя поршневыми двигателями располагались на крыле. Передний двигатель воздушного охлаждения мощностью 130 лошадиных сил с тянущим винтом работал на взлете, а задний, жидкостного охлаждения, мощностью 110 лошадиных сил использовался для маршевого полета. Двигатели были изготовлены фирмой «Теледайн континенталь» по заказу Пентагона для беспилотных разведывательных самолетов.

«…Самой большой находкой конструктора Б. Рутана, – пишет В.А. Киселев в журнале „Техника и наука", – является разработка и применение на „Вояджере" концепции двух двигателей. Уже отмечалось, что для экономии топлива нужно применять двигатель минимальной мощности. Но в процессе полета на дальность вес самолета снижается за счет выработки топлива. У „Вояджера" это снижение тоже рекордно – в 5 раз! Следовательно, в эти 5 раз желательно уменьшить и мощность силовой установки. Снижать мощность за счет такого значительного дросселирования и уменьшения числа оборотов двигателя невыгодно; удельный расход топлива растет; желательно совершать полет при оборотах, близких к расчетным. В такой ситуации очень выгодным явилось решение использовать два работающих двигателя в начальный период полета и только один – в остальной период, когда выработка горючего снизила вес самолета».

В результате расход горючего у «Вояджера» составил в среднем всего 91 грамм на километр. Это примерно столько же, сколько расходуют обычные легковые машины типа «Жигулей». А ведь самолет в несколько раз тяжелее и к тому же не ехал, а летел со средней скоростью 185 километров в час. Два двигателя, это не только экономия горючего, но и повышение безопасности. Они также в экстренном случае позволяют увеличить мощность при необходимости преодоления грозового фронта или горных вершин. По всей видимости, именно концепция двух двигателей явилась тем последним звеном, которое в итоге позволило достичь успеха.

«Расположить два двигателя на крыле нельзя, – продолжает Киселев, – ведь

значительную часть полета работает только один и он будет создавать несимметричную тягу. Значит, оба винта надо располагать по оси симметрии самолета. Применить два соосных винта, каждый из которых вращается своим двигателем, плохо: потребуется длинный и тяжелый вал от заднего двигателя к винту; один остановленный винт снизит эффективность другого. Тогда, может, разнести винты и двигатели по концам фюзеляжа? Такое решение не пройдет, потому что при посадке и взлете задний винт или заденет землю, или, чтобы этого не произошло, потребуются длинные и тяжелые стойки шасси, что явно невыгодно. Тогда давайте сдвинем задний винт вперед, укоротив фюзеляж, но не сдвигая вперед горизонтального оперения (ГО), не укорачивая его плеча. Достичь этого можно, закрепив ГО на двух дополнительных балках фюзеляжа. Полученная компоновка уже удовлетворяет рассмотренной концепции двух двигателей. Но обратим внимание на оптимальную форму крыла „Вояджера". Оно очень длинное и узкое (с малой хордой). На такой малой хорде трудно обеспечить жесткость крепления фюзеляжа и двух балок; относительные деформации ГО и крыла будут значительны, что ухудшит устойчивость и управляемость самолета. Кроме того, в потоке от винтов находится ГО, что, хотя и может улучшить управляемость, но зато снизит тягу винта. Последнее обстоятельство для сверхдальнего самолета имеет более существенное отрицательное значение. В этой ситуации Б. Рутан находит оригинальное решение: поменять местами крыло и ГО, то есть от обычной аэродинамической схемы с хвостовым оперением перейти к схеме „утка", у которой ГО находится впереди крыла. Теперь переднее ГО связывает между собой балки и сам фюзеляж, то есть является дополнительной опорой для балок фюзеляжа. Такая схема обеспечивает большую жесткость и меньшую угловую деформацию ГО относительно крыла. Теперь ничто не тормозит потока от винта основного заднего двигателя. Следовательно, решение, найденное Б. Рутаном, является самым выгодным, оптимальным».

Когда из ангара № 77 на аэродроме в Мохаве впервые выкатили летательный аппарат, собравшиеся специалисты и журналисты были поражены его странным сходством с гигантской ископаемой птицей – птеродактилем.

14 декабря 1986 года «Вояджер», разбежавшись по взлетной дорожке до скорости 70 миль в час (в дальнейшем скорость полета «Вояджера» колебалась от 90 до 150 миль в час), некоторое время не мог взлететь. Крыло, полностью загруженное горючим, несмотря на повышение его изгибной жесткости, дало очень большой прогиб. В конце разбега самолета, когда начались сильные упругие изгибные колебания крыла, произошло несколько ударов колеблющихся концов консолей о поверхность взлетной полосы. Концевые щитки крыла оторвались: левый – на земле, а правый – в воздухе. Однако из-за этих «мелочей» полет решено было не прерывать.

В. Бирюков подробно рассказал о полете «Вояджера» в журнале «Природа и

человек»: «…Первые двое суток полета Дик провел за штурвалом „Вояджера" практически бессменно. Он лишь на короткие промежутки времени передавал управление Джине или включал автопилот. Если перелет над Тихим океаном не представил особых трудностей, то дальше, над Малайзией, над Индийским океаном, а главное над территорией Африки путешественники столкнулись с зонами сильных атмосферных волнений…

…Экипаж был вынужден и резко менять курс (порой до 90 градусов), и спешно уходить вниз или вверх, спасаясь от коварных турбулентных потоков.

На третий день пути в районе Филиппинского архипелага наступил редкий момент, когда, по настоянию врача экспедиции, оставшегося на аэродроме в Мохаве, был включен автопилот. Дик и Джина получили возможность отдохнуть. Кабина самолета столь мала – 70x210x140 сантиметров, что Дик дремал, откинув голову на пилотское кресло, а Джина размещалась лежа, правее от него, окруженная многочисленными приборами и необходимыми в полете предметами. Чего только не было в кабине: переключатели емкостей с горючим (их было на борту всего 16), аварийная ручная помпа для горючего, автоматическая и принудительная заправка двигателей маслом, рация, навигационные приборы, две канистры с питьевой водой (40 литров), контейнеры с провиантом. И еще одна трудность, которая сопровождала путешественников все девять дней полета, – оглушающий шум двигателей. Наземные диспетчеры полета в Мохаве поддерживали радиосвязь с «Вояджером» через спутники или пользовались услугами ретрансляторов авиалайнеров, оказывавшихся в непосредственной близости от путешественников. Они сообщали, что Дик и Джина далеко не сразу реагировали на радиозапросы. Нередко проходило не менее пяти минут, пока пилоты собирались с мыслями.

Когда «Вояджер» летел над центральной частью Атлантического океана, направляясь к побережью Латинской Америки, на приборной доске кабины внезапно загорелась красная лампочка. Задний двигатель сильно нагрелся, упало давление масла. А вскоре мотор, чихнув несколько раз, заглох. Наземные диспетчеры передали на борт: «Внимание! Готовьтесь к аварийной посадке», – и стали прикидывать, на каком из бразильских аэродромов можно ее совершить, Джина и Дик, которым попутный ветер над западной частью Атлантики позволил немного передохнуть, были подавлены неприятным известием. Но через несколько минут экипаж радостно сообщил на землю, что полет будет продолжен. Утомленные борьбой со стихией, летчики забыли вовремя долить масло в двигатель. Ошибка была исправлена, двигатель удалось запустить.

На заключительном этапе маршрута, когда «Вояджер» после того, как он почти сутки буквально крался между циклонами вдоль западного побережья США и Мексики и приближался к базе ВВС Эдвардс, внезапно прекратилась подача горючего. Причем в тот же самый злополучный задний двигатель. Джина по самый пояс влезла в правое крыло, отключила автоматическую

помпу и приступила к подаче горючего при помощи ручной. Но на этом злоключения не кончились – отказал стартер. Дик включил автопилот и полез в левое крыло, где находились предохранители электросистемы. Только тогда стартер заработал, а затем, немного покапризничав, заработал и мотор. Потом включилась автоматическая помпа горючего, и Джина смогла вернуться в кабину на свое место».

В конце концов, Дик и Джина выдержали это тяжелое девятисуточное испытание непрерывным шумом, жесткой болтанкой и неудобствами малой кабины самолета и с честью закончили этот исторический перелет на авиабазе Эдвардс.

Пассажирский лайнер «Боинг-777»

В Сиэтле на одном из принадлежащих фирме «Боинг» авиазаводов стоит на вечном приколе первый реактивный «Боинг-707». Он был вторым после советского Ту-104 турбореактивным самолетом. «707» приступил к регулярным перевозкам пассажиров позднее «Тушки» на два года – в 1958 году. И тот и другой стали родоначальниками плеяды принципиально новых лайнеров пятого океана.

Сегодня, если вам доведется лететь в Штаты, то скорее всего вы попадете на борт самолета фирмы «Боинг». Увы, почти весь мир нынче летает на «Боингах», а не на «Туполевых». Причина проста: продукция корпорации «Боинг» комфортабельнее, экономичнее и надежнее, чем техника большинства других авиастроительных фирм мира. Единственный серьезный конкурент «Боинга» – европейский концерн «Эрбас индастри». Авиационные эксперты сравнивают эти две компании с парочкой бульдогов, которые при встрече сдержанно виляют хвостами, но в любой момент готовы вцепиться друг другу в глотку.

В 1995 году на Международном авиасалоне в Ле-Бурже американцы буквально «раздавили» своих конкурентов. Сначала в небе Ле-Бурже неожиданно возник таинственный бомбардировщик «В-2», в разработке которого принимал участие «Боинг», затем с точностью до секунды на летном поле приземлился гигантский «Боинг-777». А окончательно «добило» конкурентов то, что американцы установили в салоне своего лайнера макет новейшего «Эрбаса» в натуральную величину и пригласили посетителей самим сравнить удобства на борту обоих самолетов. Комментарии были излишни.

Однако жизненный путь «Боинга» не всегда был гладким. Порой компания была вынуждена увольнять сотрудников, вместо самолетов выпускать мебель и скоростные лодки, газовые турбины и ветряные мельницы-генераторы.

Но компания всегда хранила верность самолетам и при каждом удобном случае выпускала новую оригинальную модель, которая неизменно

становилась «любимицей» не только пассажиров, но и летчиков.

Вячеслав Ким, пилот, налетавший на «Боингах» немало часов, рассказывает:

«Экипажи „Боингов" состоят всего из двух человек: командира и второго пилота. Остальных людей заменяет электронное оборудование, с которым очень просто и удобно работать. „Боинг" может садиться, тормозить и останавливаться на полосе автоматически.

Контроль за работой систем «организма» самолета обеспечивает электроника, причем всегда есть дублирующая, страхующая система. Отказал один компьютер, второй справится в одиночку.

Кабина пилота на «Боингах» гораздо удобнее, комфортабельнее, чем на наших самолетах. Прекрасный обзор, низкий уровень шума, отличное кондиционирование. Просчитана рациональность каждого движения, пилоту никуда не надо тянуться. Регулируется положение кресла: наклон спинки, высота сиденья, даже длина педалей. Главной функцией пилота становится грамотное управление автоматикой. В кабине все продумано до такой степени, что сидишь и думаешь, как все-таки здорово, что есть такие самолеты и на них уже летают наши летчики».

Новейшая модель американской корпорации «Боинг-777» – самый крупный в мире двухдвигательный реактивный пассажирский самолет. По всем основным летно-техническим характеристикам у него нет и, пожалуй, долго не будет равных среди авиалайнеров суперкласса.

О конструировании и производстве «Боинга» под номером «777» фирма объявила в ноябре 1990 года. К работе над этим проектом был привлечен большой творческий коллектив – четыре тысячи человек. Ему дали статус самостоятельного подразделения – со своей администрацией, финансами, коммерческой службой. По замыслу создателей «Боинг-777» должен был превзойти по всем определяющим параметрам такие совершенные самолеты, как «МД-11» американской компании «Макдоннелл Дуглас» с тремя силовыми установками и четырехдвигательный А-340 европейского консорциума «Эрбас Индастри».

12 июня 1994 года «Боинг-777», стартовав с заводского аэродрома в городе Эверетте, штата Вашингтон, совершил свой первый четырехчасовой испытательный полет. С этого момента фирма приступила к самой объемной в ее почти восьмидесятилетней истории серии летных испытаний. Для этой цели использовались девять «Боингов-777» с различными двигателями – «Пратт энд Уитни», «Дженерал Электрик» и «Роллс-Ройс». Механические, электрические и гидравлические системы дополнительно придирчиво исследовались на земле в специализированных лабораториях.

Подобно всем самолетам семейства «Боинг», новая модель разрабатывалась на принципах, заложенных и апробированных в более ранних моделях, таких как «Боинг-747» и «Боинг-767». На совещаниях-семинарах и представительных широкопрофильных дискуссиях конструкторы фирмы советовались с будущими эксплуатантами нового лайнера. В результате такого

свободного научно-технического диалога удалось найти оптимальную и взаимоприемлемую концепцию замышлявшегося проекта.

Например, существенно облегчило, ускорило и удешевило конструирование и строительство воздушного лайнера нового поколения решение использовать восемьдесят элементов важнейшего оборудования, действующего на «боингах» последних модификаций.

Поставки нового суперлайнера начались в 1995 году. На первой стадии американской авиакомпании их получила «Юнайтед эрлайнз», заказавшая 34 воздушных лайнера, и японская «Олл Ниппон Эрвейз», заказавшая пятнадцать самолетов. Всего же в портфеле у фирмы к тому времени были заказы уже на 147 «Боингов-777».

«Боинг-777», конечно же, впечатляет размерами. Диаметр идеально круглого фюзеляжа – 6,2 метра, длина – 63,7 метра. Размеры лайнера позволяют легко варьировать по желанию заказчика компоновку кресел – от шести до десяти в каждом ряду с двумя проходами между ними. В самолете можно разместить при трех классах обслуживания 305—328 пассажиров, при двух – 375—400, а при одном – 440. Под пассажирскими салонами на нижней палубе самолета расположен грузовой отсек с автономными средствами механизации, объемом в 160 кубических метров. Сюда входят 32 стандартных контейнера.

Стандартный максимальный взлетный вес самолета – 229520 килограммов, дальность беспосадочного полета – 7340 километров. Конструктивные особенности позволяют увеличить взлетный вес до 233600 или до 242670 килограммов, а дальность полета соответственно до 7850 и до 8930 километров.

Вот, что говорят о новейшем самолете специальные корреспонденты «Гражданской авиации» Валентин Гольцов и Анатолий Игошин, побывавшие в командировке на фирме «Боинг»:

«У „Боинга-777“ наиболее эффективный по аэродинамике профиль крыла из всех существующих дозвуковых гражданских самолетов. Это достигнуто за счет усовершенствования крыла, впервые примененного на „Боинг-757“ и „Боинг-767“ и имеющего большой размах (на „777“ – 60,9 метра), а также благодаря его увеличенной толщине, что играет положительную роль в полете на крейсерском режиме. По сравнению с конкурирующими самолетами такое крыло позволяет „Боинг-777“ значительно быстрее после взлета выходить на заданный эшелон и экономичнее совершать полет на больших высотах. Оно также дает ему возможность взлетать с полной загрузкой с высокогорных аэродромов в условиях повышенных плюсовых температур наружного воздуха. Внутри крыла и центропланной секции „Боинг-777“ сосредоточены емкости авиатоплива, количество которого, исходя из вариантов конструкции самолета, может колебаться в пределах от 117335 до 169190 литров.

Учтено предложение отдельных перевозчиков «вписывать» крыло «Боинг-777» после его посадки в типоразмеры эксплуатирующихся у них самолетов

ДК-10, «Локхид-1011» и «Боинг-767», что необходимо из-за специфических аэродромных пространств и сооружений. По заказу таких будущих владельцев «трех семерок» концы их крыльев, длиною в 6,8 метра каждое, могут устанавливаться на земле посредством шарнирных соединений и силовых приводов в вертикальное положение. Это сокращает размах крыла до 47,3 метра.

Авиадвигатели трех упоминавшихся выше типов, которыми предусмотрено оснащать «Боинг-777», обладают очень хорошими экономическими характеристиками расхода топлива. По мощности они превышают на сорок процентов силовые установки «Боинга-767», однако уровень шума у них примерно одинаков. То и другое обеспечивается применением в двигателях на новом самолете усовершенствованных вентиляторов большого диаметра, имеющих широкую хорду и степень двухконтурности в соотношении от 6:1 до 9:1. У двигателей других современных широкофюзеляжных самолетов это соотношение составляет обычно 5:1».

Важное преимущество «Боинга-777» по сравнению с другими современными авиалайнерами состоит в использовании в его конструкции разнообразных легких, но чрезвычайно прочных сплавов и композиционных материалов. Таким образом, существенно снижены вес самолета и стоимость его производства.

Улучшенный алюминиевый сплав, к примеру, обладает не только малым весом, но и повышает сопротивляемость конструкции коррозии и появлению трещин. Поэтому из него изготовлены верхняя обшивка крыла и стрингеры. А вот в вертикальном и горизонтальном оперении применены элементы, сделанные из графитовых волокон, скрепленных особыми видами затвердевающих смол. Балки пола пассажирской кабины, аэродинамические обтекатели и другие детали изготовлены из композиционных материалов. В целом же суммарная доля «композитов» в общем весе всей конструкции самолета составляет девять процентов.

«На „Боинге-777“, – отмечают журналисты „Гражданской авиации“, – самые могучие из когда-либо устанавливаемых на коммерческих авиалайнерах шасси, состоящие из двенадцати колес. Они позволяют добиться сбалансированного распределения веса самолета, движущегося по рулежным дорожкам и взлетно-посадочной полосе. Благодаря этому удалось избежать введения в конструкцию дополнительной двухколесной стойки шасси под центром фюзеляжа. Шасси оснащено системой тормозов повышенной эффективности.

С учетом предложений клиентуры фирма приняла решение о горизонтальном размещении приборных панелей в пилотской кабине «Боинга-777» (именно так они смонтированы на «Боинге-747-400»). Основная информация о полете, навигации и работе двигателей отображается на шести приборных панелях. Используются два вида дисплеев – с обычными электронно-лучевыми трубками и работающие на жидких кристаллах.

Последние вдвое тоньше дисплеев с катодными трубками, они более долговечны и надежны. Пилотов удовлетворяет еще и то, что показания таких дисплеев отчетливо различимы и при попадании на них солнечного света. На приборной доске «Боинга-777», в ее центральной части, установлены три многоцелевые контрольные панели с дисплеями. На них отображается вся информация о полете самолета, поступающая от интегрированной системы контроля. Впервые здесь нашли применение цветные дисплеи. Они облегчают восприятие пилотами всего комплекса приходящей к ним информации: об общем состоянии самолета, необходимости проведения на нем ремонтных операций, функционировании систем управления и связи, тяге двигателей».

В конструировании и производстве «Боинга-777» широко использовался международный опыт, помощь авиакосмических компаний США, Европы, Канады, Азии и Тихоокеанского региона. Весомый вклад в создание этого самолета внесли головные фирмы японской аэрокосмической промышленности – «Мицубиси», «Кавасаки» и «Фуджи Хэви Индастриз». С их интеллектуальной и финансовой поддержкой построено около двадцати процентов конструкции самолета.

Без такой дружной взаимной заинтересованности заказчиков, зарубежных инвесторов, поставщиков материалов и отдельных частей самолета оперативная разработка и практическая реализация столь емкого в финансовом отношении и технически сложного проекта была бы серьезно затруднена и растянута во времени.

Многоцелевой самолет-амфибия Бе-200

Гидросамолет – это аппарат, приспособленный для взлета с воды и посадки на нее. Они бывают на поплавках (вместо колес шасси самолета) и с корпусом, позволяющим садиться на воду, – летающие лодки. Все большие гидросамолеты – металлические летающие лодки.

Интересно, что до 1930-х годов гидросамолеты часто были быстрее обычных и летали дальше.

Первый перелет через Атлантику совершил капитан-лейтенант Альберт Кушен Рид со своим экипажем на летающей лодке Кертисс NC-4, ВМС США. Весь перелет, от аэродрома Рокауэй, Лонг-Айленд, Нью-Йорк, начавшийся 8 мая 1919 года, протяженностью 7591 километр продолжался 53 часа 58 минут и закончился в Плимуте, Великобритания, 31 мая.

И впервые вокруг земного шара облетели два самолета-амфибии армии США типа Дуглас DWC за 57 этапов. Они вылетели из Сиэтла, штат Вашингтон, 6 апреля и приземлились там же 28 сентября 1924 года.

Игорь Сикорский, выдающийся конструктор вертолетов и самолетов, создал удачные серийные амфибии: пятиместную «летающую яхту» S-39, шестнадцатиместную S-41 и сорокапятиместный «летающий клиппер» S-40.

Четырехмоторные S-40 стали первыми серийными пассажирскими авиалайнерами, эксплуатировавшимися на регулярных океанских авиалиниях большой протяженности. На амфибиях Сикорского произошло становление известной авиакомпании «Пан Америкен», которая также заказала его компании первые многомоторные пассажирские авиалайнеры S-42, предназначенные для регулярных трансокеанских перевозок.

Летающие лодки были единственной возможностью принимать большие самолеты в городах, где не было аэропортов со взлетно-посадочными полосами. Самолеты компании «Пан Америкен» летали в города Южной Америки и Канады, перевозя 40 и более пассажиров.

В 1934 году летающая лодка S-42 побила десять мировых рекордов. Сикорский настолько верил в возможности самолетов этого типа, что предлагал рядом с городами, расположенными вдали от морей и рек, рыть для них каналы и заполнять их антифризом, чтобы не зависеть от погоды.

В 1937 году на серийном S-42 начались и первые пассажирские перевозки через Атлантику. Так, летающая лодка фирмы Сикорского стала первым самолетом, соединившим континенты.

Сегодня самым современным гидросамолетом, не имеющим аналогов в мировом авиастроении, признан Бе-200. Он создан Таганрогским авиационным научно-техническим комплексом (ТАНТК) им. Г.М. Бериева на базе идей, реализованных в военном самолете-амфибии А-40 «Альбатрос» – уникальной машине, которая, к сожалению, из-за отсутствия финансирования так и не была запущена в серию. «Альбатрос» разрабатывался по заданию министерства обороны и предназначался, прежде всего, для противолодочных, патрульных и поисково-спасательных операций. Бе-200 – конверсионная разработка. Это универсальный самолет.

Главное его предназначение – тушение лесных пожаров.

Еще в конце 1980-х годов специалисты лесного хозяйства провели соответствующие исследования и пришли к заключению, что наиболее эффективным средством пожаротушения является самолет-амфибия, базирующийся на аэродроме, удаленном от очага пожара до пятисот километров, способный брать на борт до двенадцати тонн воды из водоема, находящегося на расстоянии от десяти до двадцати километров от места возгорания. Как раз этим требованиям и отвечает Бе-200.

В противопожарном варианте самолет-амфибия является наиболее эффективным средством обнаружения и борьбы с разрушительными пожарами. Противопожарный самолет-амфибия способен принимать на борт двенадцать тонн воды в 8 секций-емкостей, расположенных под полом кабины. На полную заправку уходит лишь двенадцать секунд. За одну заправку топливом самолет способен доставить к очагу пожара до 310 тонн воды. Заметим, что производительность канадских противопожарных самолетов CL-215 и CL-415 много меньше. Восемь створок водяных баков с программируемой последовательностью открытия (сброс воды залпом или

поочередно) существенно повышают эффективность пожаротушения. Навигационное оборудование позволяет выводить самолет точно к очагу, а при повторном заходе – к месту предыдущего сброса огнегасящего состава, что очень важно при сильном задымлении и работе нескольких самолетов.

Кроме противопожарного существуют и другие варианты Бе-200: пассажирский, транспортный, патрульный, самолет для МЧС. Причем переоборудование в пассажирскую и транспортные версии можно осуществить в короткие сроки. «Мы делали Бе-200 как конверсионный самолет и не хотели бы пришивать к нему погоны, – говорит Геннадий Панатов, генеральный конструктор и президент ТАНТК. – Но за рубежом уже готовы применять машину и как „силовую"».

Действительно, гибкая концепция Бе-200 позволяет машине освоить множество гражданских и военных специальностей.

Самолет-амфибия Бе-200 способен быстро и эффективно решать проблемы, связанные с доставкой пассажиров и грузов на острова, не оборудованные ВПП, в удаленные береговые районы, на морские суда различного назначения, в труднодоступные районы, имеющие водоемы, и обратно с них на базовый аэродром или гидроаэродром.

В качестве патрульного варианта Бе-200 эффективно используется для поиска в заданном районе кораблей, спасательных операций и оказания помощи пострадавшим на воде, контроля окружающей среды и метеообстановки, борьбы с разливом нефти на море и многого другого.

При пассажирском варианте предусматривается просторный и комфортабельный пассажирский салон. В грузо-пассажирском и транспортном вариантах способен быстро и эффективно решать проблемы, связанные с доставкой грузов, почты и пассажиров.

В санитарном варианте самолет имеет семь мест для медицинских работников и тридцать носилок для раненых, а также размещение специального медицинского оборудования. Может быть использован также и в качестве мобильного госпиталя.

Естественно, интерес к такой машине велик и в России, и за рубежом. Не случайно Бе-200 называют самым нужным самолетом в мире. Летные испытания первого Бе-200 планировалось начать в январе 1995 года, а запустить в серию – в 1997-м. Но эти планы уперлись в российские реалии. Несмотря на то что проект получил признание и поддержку президента, правительства и был причислен к приоритетным в области авиастроения, обеспечить его финансирование государство оказалось не в состоянии. Тогда было принято решение продолжать работы за счет собственных оборотных средств. Основное бремя легло на плечи Иркутского авиационного производственного объединения, которое не только строило четыре опытных самолета, но и оплачивало разработки опытных изделий и приобретение серийных комплектующих. Руководство объединения, да и весь трудовой коллектив сознательно шли на отвлечение финансовых средств, прекрасно

понимая, что, только жертвуя своим сегодняшним благополучием, можно обеспечить будущее.

Первый самолет стартовал осенью 1998 года. Полет прошел успешно. Мечта обрела крылья!

С точки зрения аэрогидродинамики, Бе-200 является последним словом мирового гидростроения. По большинству летно-технических характеристик амфибия не уступает сухопутным самолетам-аналогам. В то же время может взлетать и садиться как на сушу, так и на воду.

Самолет-амфибия Бе-200 – моноплан с высокорасположенным стреловидным крылом, Т-образным оперением и лодкой большого удлинения с переменной поперечной килеватостью. Два турбореактивных двигателя Д-436ТП установлены на пилонах, над крылом на обтекателях шасси. Шасси трехопорной схемы обеспечивает эксплуатацию самолета с аэродромов с длиной взлетно-посадочной полосы в 1800 метров. Одной из главных особенностей самолета-амфибии является полностью герметичный фюзеляж.

Бе-200 спроектирован на базе уже испытанных на самолете А-40 силовой схемы и аэрогидродинамической компоновки, оснащен современным пилотажно-навигационным комплексом «АРИА-200».

Комплекс позволяет экипажу из двух человек одновременно управлять самолетом и решать специфические амфибийные задачи при пожаротушении и спасательных операциях: выход на очаг пожара и акваторию забора воды, заход на посадку (до высоты 60 метров), точное определение взаимного положения в группе при плохой видимости и другие. На самолете установлены два отечественных турбореактивных двухконтурных двигателя Д-436ТП. По желанию заказчика он может быть заменен на ТРДД ВП-715 производства «БМВ-Роллс-Ройс».

Некоторые летно-технические характеристики самолета: взлетная масса – 37,2 тонны, наивыгоднейшая высота полета на экономических режимах – 8000 метров. Скорость полета максимальная – 710 километров в час, а крейсерская – 600 километров в час. Техническая дальность – 3850 километров.

Бе-200 может садиться и взлетать практически с любой водной акватории, имеющей глубину более двух метров. Он выполняет маневры на воде на скорости до 50 километров в час под любым углом к ветру с помощью водоруля, установленного в кормовой части лодки, и за счет разнотяговости двигателей. Для безопасности самолета-амфибии на плаву лодка конструктивно разделена на водонепроницаемые оттеки, которые обеспечивают сохранение плавучести при одновременном заполнении любых двух смежных отсеков. Самолет способен садиться при волнении в три балла и высоте волны в 1,2 метра.

У Бе-200 большое будущее, и сферы его применения будут постоянно расширяться, открывая все новые и новые возможности амфибии.

Перспективно использование самолета в Азиатско-Тихоокеанском регионе – наиболее динамично развивающемся районе мира. На него приходится более

половины мирового промышленного производства и до сорока процентов мировой торговли. Странам региона требуется новая авиационная техника, которая позволяла бы осуществлять растущие грузовые и пассажирские авиаперевозки, укреплять и развивать сообщение между материковыми и островными территориями, быстро и эффективно выполнять поисково-спасательные операции на море, вести патрулирование наиболее важных морских маршрутов и государственных границ, а в случае необходимости оперативно доставлять силы быстрого реагирования. Особенно остро эти проблемы встают перед государствами, не располагающими свободными территориями для постройки новых аэропортов, но имеющими морские границы большой протяженности.

Океанские яхты класса W-60

Кругосветные гонки Whitbread проводятся каждые четыре года под патронажем Королевского дома Великобритании начиная с 1973 года. Увлекаться яхтами в Англии начали еще в XVII веке. Король Карл II, правивший с 1660 года, имел, в частности, яхту под названием «Мэри». Первый яхт-клуб в Англии появился в 1720 году.

Whitbread – это самые престижные и длительные, длящиеся порядка девяти месяцев, профессиональные соревнования в парусном спорте. Здесь отрабатываются новейшие технологии в гонках под парусом.

Традиционно в них участвуют ведущие мировые державы – Великобритания, США, Франция, Япония, Италия. Советский Союз лишь однажды был представлен в 1989—1990 годах яхтой «Фазис», финишировавшей одиннадцатой. В 1993—1994 годах из бывших союзных республик выступала только Украина с парусниками «Гетман Сагайдачный» (7-е место) и «Одесса-200» (вне зачета). Россия же не участвовала в столь престижных соревнованиях ни разу.

В гонках в 1997 года стартовали яхты одного класса (W-60), а не трех, как в предыдущий раз. Уже в 1993—1994 годах W-60, разработанные специально для таких гонок, зарекомендовали себя с самой лучшей стороны. С того времени яхты стали еще более скоростными и надежными.

«Правила океанских яхт Whitbread-60» предусматривают создание одномачтовых однокорпусных яхт, на высшем уровне современных технологических и спортивных достижений. Они должны иметь достаточно близкие характеристики. Документ особо подчеркивает требования к безопасности и остойчивости судна.

Идея W-60 в том, чтобы уровнять шансы яхтсменов. Участникам и организаторам гонки надоели слишком большие разрывы между соперниками, случившиеся, к примеру, в гонке 1989—1990 годов, сложные формулы, уравнивающие возможности судов разных размеров, по которым приходилось

вычислять победителя. Назрело решение выбрать один быстроходный и относительно дешевый класс, где суда плотно финишируют, а результат определяется максимально просто – временем прихода.

По рекомендациям гонщиков, в июне 1990 года в Великобритании была собрана группа из шестнадцати ведущих мировых конструкторов яхт. После этого совещания и появился новый класс – Whitbread W-60. Это семейство океанских гоночных яхт, имеющих почти одинаковые характеристики: для значений длин, площадей и весов определили допустимый диапазон.

Тем не менее у каждого шкипера, конструктора, парусного мастера и строителя остается достаточно возможностей для применения своего таланта и новых технологий.

Скоростной потенциал яхт W-60 нового поколения очень велик. Средняя скорость парусника этого класса – 20 узлов, а максимальная – до 40. Установление нескольких мировых рекордов скорости в гонках 1990-х годов – наилучшее доказательство перспективности класса W-60.

В соответствии с правилами корпус яхты разделен водонепроницаемыми переборками на три отсека, при затоплении любого из них яхта остается на плаву.

Корпус W-60 – трехслойный. Между двумя оболочками из кевлара помещен пенопласт. После склейки получают монолитную конструкцию. Отказ от традиционной схемы поперечно-продольного силового набора позволяет усилить конструкцию и разместить несущие элементы в максимально укрепленных местах.

Все узлы крепления такелажа изготовлены из композиционных материалов, позволяющих по сравнению с металлическими аналогами существенно уменьшить массу судна.

Скорость яхты заметно зависит от жесткости корпуса, поскольку палуба подвергается колоссальному сжатию, особенно в носу и корме. Для оптимизации веса и наилучшего распределения нагрузок используются специальные компьютерные программы.

В гонке 1993—1994 годов большинство парусников пострадало от расслоения обшивки, кроме «Гетмана Сагайдачного», построенного на основе передовых авиационных технологий. Причина в применении высокоэффективного водного балласта. Он позволяет в сильный ветер нести существенно большую парусность, а, значит, судну приходится выдерживать большие скоростной напор и ударные нагрузки по сравнению с традиционными. Поэтому после финиша гонки 1994 года, чтобы избежать разрушения корпуса в жестких условиях гонки, разработали специальные технологические ухищрения.

В гонке 1993—1994 годов восемь из десяти яхт построили по проекту Брюса Фара. Все его суда были оснащены L-образными килями. На тонком узком стальном пилоне подвешивалась массивная свинцовая бульба весом восемь тонн, напоминающая по форме торпеду. Новый киль при существенно

меньшей площади поверхности дал значительное преимущество по подъемной силе на острых курсах по сравнению с традиционной конструкцией. Однако при крене возникают большие скручивающие нагрузки на узлы крепления к корпусу, так как центр тяжести бульбы сильно смещен назад.

Перед гонкой 1997—1998 годов конструкторам пришлось выбирать между L– и традиционным Т-образным килями. Анализ моделей не выявил особых преимуществ ни одного из них. Если на более высоких скоростях предпочтительнее оказался L-образный, то на малых – из-за ламинарного обтекания – Т-образный киль.

Не помогло и компьютерное моделирование. И лишь натурные испытания в бассейне позволили выбрать оптимальную форму.

Традиционно детали руля гоночных яхт изготавливаются из углепластика, и W-60 – не исключение. Однако несколько серьезных поломок заставили конструкторов пересмотреть к гонке 1997—1998 годов некоторые традиционные концепции. Так в результате доводки руля нового поколения были оптимизированы распределение нагрузок, относительное удлинение и площадь смоченной поверхности, его форма при обтекании в разных режимах.

Первоначально у рулевой системы «Гетмана Сагайдачного» максимальные расчетные нагрузки на подшипники были – 9,2 тонн на нижний и 5,1 тонн на верхний. После пересмотра параметров конструкторами, у нового узла при весе всего в 19,2 килограмма на нижний и верхний подшипники приходятся, соответственно, максимальные рабочие нагрузки в 36,1 тонны и 19,6 тонны. К сведению, рулевое устройство яхты «Одесса» из нержавеющей стали весило около 480 килограммов!

Компьютерное моделирование и натурные испытания в бассейне позволили команде Фара создать к последней гонке концептуально новый, облегченный и вместе с тем более прочный и эффективный во всех режимах руль. Это дало возможность яхтам нового, уже четвертого поколения стать при меньшем сопротивлении более управляемыми, особенно на высоких скоростях.

«Навигаторская рубка яхты класса W-60 не уступает кабине новейшего истребителя по насыщенности современной электроникой и компьютерами, – пишет в журнале „Техника – молодежи" Е. Платон. – Ведь успех в гонке, в первую очередь, зависит от качества принятых штурманом решений.

Действительно, прочие условия в гонке одинаковы для участников, поскольку все яхты одного класса и все (кроме одной) спроектированы Брюсом Фаром, а команды состоят из профессиональных гонщиков высшей мировой квалификации. Успех или неудача зависят от одного человека – штурмана, проводящего все время согнувшись в три погибели над своим столом и «колдующего» над компьютерами и погодными картами.

Во время океанской гонки каждый навигатор получает и анализирует по-своему погодную информацию. При определении оптимального курса он также должен учитывать скоростные характеристики яхты, разные комбинации парусов, угол и силу ветра. Проводить точные расчеты в, мягко говоря,

стесненных условиях рубки яхты W-60 (над головой вращается вал привода лебедки, способный в любой момент снять скальп) при постоянном недосыпании, в 100-процентной влажности тропиков или при нулевых температурах воздуха и воды в Южном Океане – нелегкое занятие.

И потому на W-60 – не менее двух ЭВМ, не менее четырех систем связи, из которых две – глобальные спутниковые, спутниковая же навигационная система, автоматизированный комплекс сбора информации о состоянии яхты и погоды вокруг; радиолокатор, наконец, – система обнаружения «Человек за бортом!».

Но повторюсь: какой бы мощной ни была современная техника – она лишь помощник, решение всегда принимает штурман. И вот со всем этим мудреным хозяйством он и управляется во время 9-месячной гонки вокруг Земли».

Во время гонки на W-60, помимо штормового стакселя и триселя, разрешается использовать 38 парусов. Причем на каждом из этапов на борту должно находиться не более 17. Стоимость полного комплекта составляет примерно 370000 долларов.

Паруса – это двигатель яхты. Чтобы спроектировать такой двигатель, надо знать силу и направление ветра в гонке. Исходя из этого рассчитывается их геометрия и аэродинамика, выбираются материал и технология.

Для создания оптимального варианта в ходе подготовки к гонке для каждой яхты испытывается более 150 вариантов парусного вооружения. В команде, как правило, три профессиональных мастера, работающих или имеющих опыт работы в фирмах по производству гоночных парусов. Перед стартом они проводят за швейной машинкой более пяти тысяч часов, перешивая полотнища после испытаний.

В исследовательских программах широко используется продувка в аэродинамических трубах. Проводятся сравнительные испытания на двух яхтах в спарринге с применением сверхсовременных локаторных систем для определения вариаций скорости.

«Чтобы яхта шла на ветер (в лавировку), – пишет Е. Платон, – она должна постоянно делать повороты оверштаг („через ветер"). W-60 способна идти под углом 30 градусов (круче, чем большинство других) к истинному ветру. Грот и стаксель на этих курсах закреплены максимально близко к оси палубы. Когда ветер дует сбоку под 90 градусов к курсу – галфвинд – на яхте скорость вымпельного (суммарного со скоростью судна) ветра может вдвое превосходить скорость истинного. Тогда парусник идет быстрее ветра!

На курсах острее галфвинда (бейдевинд) на W-60 ставится грот; джиб-топ – полный стаксель и стэйсэйл – узкий саблевидный внутренний стаксель. Когда угол ветра немного больше 90 градусов (фордевинд), вместо джиб-топа поднимается ричер – плоский асимметричный спинакер. На более полных курсах (бакштаг) – ричер заменяется на ранер – полный асимметричный спинакер.

На яхтах W-60 используются два типа ричеров и ранеров – топовые и 7/8.

Первые при слабом и среднем ветре поднимаются на самую верхушку мачты – топ, вторые – при сильных ветрах – на семь восьмых ее высоты.

В гонке 1993—1994 годов организаторами были введены искусственные ограничения на вес ткани для ричеров и ранеров, не разрешалось использовать топовые версии этих парусов на большинстве этапов гонки (кроме двух). Сейчас ограничения сняты.

Во время урагана на W-60 ставится штормовой стаксель и трисель. Это сравнительно маленькие по площади паруса из сверхпрочной ткани».

Сегодня паруса для гоночных яхт изготавливаются из специальных ламинированных тканей. При этом выбирается материя, соответствующая рабочим нагрузкам в той или иной части паруса. Таким образом, при сшивании вместе разных полотнищ получается парус, словно составленный из панелей разного цвета и веса.

В конце 1990-х годов фирма «Nort Sails» разработала технологию изготовления цельных, бесшовных, так называемых 3DL-парусов. Эти паруса из полимерных пленок и высокомодульных волокон. Они ламинируются вместе при высокой температуре в специальной матрице. Из-за отсутствия швов такие паруса значительно легче «панельных». Первые подобные гроты для яхт W-60 гонки 1997—1998 годов весили от 90 до 100 килограммов. Они стали в два раза легче «панельных» предшественников. Дальнейшее использование в качестве армирующих высокомодульных PBO-волокон позволило еще больше сократить вес до 75-80 килограммов. И 3DL-стаксели значительно превосходят по качеству свои «панельные» аналоги.

Суда на воздушной подушке

Идея увеличить скорость корабля или катера с помощью «воздушной смазки» родилась еще в конце XIX века. Суть ее заключалась в следующем. Если мощным вентилятором под плоское днище судна нагнетать воздух, то сопротивление воды уменьшится; следовательно, возрастет скорость. А чтобы воздух не «убегал» в стороны, корпус судна нужно оснастить продольными килями – скегами. Впервые реализовать эту идею удалось австрийскому инженеру Дагоберту Мюллеру фон Томамюлю в 1916 году. Созданный им торпедный катер смог развить скорость почти 40 узлов – 74,08 километров в час, мощность мотора составляла 480 лошадиных сил.

Затем возникла новая идея: скеги заменили резиновой «юбкой». Теперь нагнетаемый воздух выходил из-под днища еще медленнее, и получалась настоящая воздушная подушка. Суда такого типа действительно парят над водой, могут «выползать» на берег и даже передвигаться по суше.

Первым идею подобной машины на воздушной подушке высказал К.Э. Циолковский в 1927 году, в работе «Сопротивление воздуха и скорый поезд». Это бесколесный экспресс, который мчится над бетонной дорогой, опираясь на

воздушную подушку – слой сжатого воздуха.

Эта идея и подтолкнула доцента Новочеркасского политехнического института Владимира Левкова к созданию собственной конструкции, правда, не поезда, а катера.

А вот что пишет в журнале «Всемирный следопыт» Станислав Зигуненко: «Начал он, как обычно, с расчетов и строительства моделей. Первая конструкция, построенная молодым ученым-аэродинамиком, напоминала перевернутый таз. Легкий деревянный каркас обтягивала калька, а там, где у обычного тазика полагается быть днищу, стоял электромотор с воздушным винтом. Винт, нагнетая воздух, под „тазиком" создавал повышенное давление. И вся конструкция как бы всплывала над полом, опираясь на воздушную подушку.

Около пяти лет испытывал Левков эту простейшую модель, стараясь понять, как ею можно управлять, какой высоты должна быть создаваемая подушка, чтобы и не расходовалась излишняя мощность, и будущее судно развивало как можно большую скорость…

В 1932 году Левков, уже профессор, начал испытания новой модели. Она имела удлиненную, каплевидную форму, два двигателя: в носу и корме. Маленький аппарат на воздушной подушке легко скользил над кафельным полом аэродинамической лаборатории

Скоро вид модели опять изменился. Она стала похожей на длинную перевернутую коробку со срезанными под углом сторонами. В вырезах в наклонном положении были укреплены электрические двигатели с пропеллерами. Отбрасываемый винтами воздух скапливался под корпусом модели, приподнимал ее. По этой схеме потом Левковым создавались все первые большие аппараты на воздушной подушке».

Весной 1934 года Левков переехал в Москву – его пригласили на работу в Московский авиационный институт (МАИ). Он привез с собой крупную (длиной более двух метров) модель катера на воздушной подушке. Спроектированная по всем правилам строительной механики, она производила приятное впечатление. Бросались в глаза легкость конструкции и прекрасная внешняя отделка модели. Масса ее была всего около шести килограммов.

Для испытания модели в МАИ отвели специальную комнату. В ней устроили неглубокий бассейн. Над ним протянули два провода для питания электромоторов маленького катера. Летал он неплохо. За пару секунд легко переносился от одного борта бассейна к другому.

Затем было организовано Опытное конструкторское бюро во главе с профессором Левковым. Оно приступило к разработке трехместного катера Л-1. Испытания его начались летом 1935 года недалеко от Москвы, на Плещеевом озере.

Масса катера была 1,5 тонны. Его деревянный корпус состоял из двух узких лодок, соединенных платформой. Два авиационных двигателя с винтами нагнетали воздух в пространство, ограниченное платформой и лодками.

Управлялся катер с помощью поворотных заслонок – жалюзи, укрепленных под моторами. При вертикальном положении заслонок поток воздуха направлялся вниз, и катер висел неподвижно. Если жалюзи отклонялись назад, реактивная сила двигала катер вперед, отклонялись вперед – давался задний ход. Кроме того, имелось вертикальное и горизонтальное оперение, которое также участвовало в управлении летающим катером.

Этот катер стал прообразом других летающих судов, созданных под руководством Левкова, в частности катера Л-5. Масса его достигала 9 тонн, поскольку его корпус был уже металлическим, дюралевым. Позади кабины водителя и бортмеханика устроили помещение для пассажиров.

Сначала катер испытывали на суше. Смотрели, как он летает. Потом начались морские испытания. Машину попытались сопровождать обычные катера, но вскоре они безнадежно отстали. А когда на мерной миле включили секундомер, то испытатели не поверили собственным глазам: оказалось, что скорость катера – более семидесяти узлов, то есть около 140 километров в час! Испытания также показали, что катер мог столь же свободно пройти над болотом, над заснеженным полем или льдом.

Результатами испытаний весьма заинтересовались военные, и профессор Левков вскоре возглавил специальное конструкторское бюро катеров на воздушной подушке. Строились суда массой до 15 тонн. Проектировались еще большие – до 30 тонн с двумя двигателями.

Так более шестидесяти лет назад в СССР был построен маленький флот из полутора десятков судов на воздушной подушке. К сожалению, в годы Великой Отечественной войны опытные катера, находившиеся на Балтике, погибли. После победы разработки таких судов были продолжены. Но в начале 1954 года профессор Левков умер, и дело застопорилось.

Важным этапом в развитии судов на воздушной подушке стало изобретение в Англии в 1955 году профессором Кристофером Коккереллом сопловой схемы формирования воздушной подушки. Ему же принадлежит изобретение гибких ограждений, которые сразу же были оценены в нашей стране.

В 1959 году в проливе Ла-Манш появилось странное судно с цилиндрической башней посередине. Стартовав из Франции, оно пересекло пролив. Достигнув побережья оно, как ни в чем не бывало, продолжило свой путь. Судно, сконструированное Коккереллом, уступало левковскому вдвое по весу и втрое по скорости.

Теперь суда на воздушной подушке не в диковинку. Над их совершенствованием работают во многих странах. Они признаны весьма перспективным видом транспорта. Их используют в качестве десантных судов в военно-морском флоте, как гражданские паромы, переправляющие людей и автомобили через тот же Ла-Манш.

Одна из самых удачных зарубежных разработок – созданный в Великобритании в 1972 году 33-тонный катер ВН-7 «Веллингтон». Он может нести 14 тонн груза и при этом лететь над водой со скоростью около 60 узлов

– 111,12 километров в час.

В СССР первыми оценили огромные возможности амфибийных кораблей специалисты ВМФ. После перерыва продолжились работы, начатые Левковым, но на новом уровне финансирования. Была создана база для проектирования и производства десантных кораблей.

Ведущим предприятием России в области создания судов на воздушной подушке является Центральное морское конструкторское бюро «Алмаз».

Первым серийно строящимся стал десантный катер «Скат». Он мог перевозить сорок десантников со скоростью 49 узлов. На их основе были созданы три катера для спасения космонавтов.

За ним последовал «Кальмар», с водоизмещением 114 тонн. Он мог перевозить грузы весом в 37 тонн, со скоростью до 55 узлов.

Всего на «Алмазе» суда строились серийно по десяти проектам. Среди них и десантный корабль «Зубр», грузоподъемность которого составляет 150 тонн, а полное водоизмещение – 550 тонн, скорость полного хода – 60 узлов и 40 – при волнении высотой 2 метра. Специалисты считают, что водоизмещение в 1000 тонн не предел для водоизмещения подобных кораблей, и на практике может быть достигнута скорость до 80 узлов.

В 1987 году в СССР был создан малый ракетный корабль «Бора» – самое крупное в мире судно на воздушной подушке. Ему нипочем даже восьмибалльный шторм, а если море спокойно, он движется со скоростью 53 узла – 98,16 километра в час.

«Алмаз» разработал целый ряд проектов судов на воздушной подушке гражданского назначения речное грузовое судно «Бобер», пассажирское судно на воздушной подушке проекта 12270, многоцелевой катер на воздушной подушке «Чилим».

В зависимости от назначения судов изменяется такой важный параметр, как установленная мощность на тонну водоизмещения. Для катеров военного назначения, где экономические показатели эксплуатации не имеют преобладающего значения, этот показатель находится в пределах 65-120 кВт на тонну. Столь высокая энерговооруженность вызвана не величиной полной скорости хода на тихой воде или при малом волнении. Для ее достижения используется всего 60-70 процентов установленной мощности. Причина другая – необходимость достижения заданной гарантированной скорости при морском волнении. В практике гражданского судостроения, где этот показатель определяет экономичность эксплуатации, несмотря на возможные отказы от рейсов по погодным условиям, он может быть доведен до 30-36 кВт на тонну при сохранении скорости 40-50 узлов на тихой воде.

Первые суда на воздушной подушке, следуя авиационным традициям, создавались клепаными, однако опыт их эксплуатации в море показал низкую надежность этого типа соединения. С 1974 года корпуса стали сварными. Для них были созданы высокопрочные коррозионостойкие морские алюминиево-магниевые сплавы и освоено производство прессованных панелей с ребрами

жесткости различного сечения.

Большой объем исследований был проведен в области создания гибких ограждений. Были установлены зависимости прочности и износостойкости материалов гибких ограждений от характера применяемых филаментарных волокон, кручения и вида плетения филаментарных нитей, пропиток и состава покрывающих резиновых смесей. Применяемые на судах последних проектов резинотканевые материалы обеспечивают хорошую мореходность судов и возможность длительной эксплуатации без ремонта.

Для судов на воздушной подушке пришлось разработать и специальный профиль лопастей воздушных винтов, которые позволили достичь высокого коэффициента полезного действия на малых, по сравнению с самолетными, скоростях. Для всех судов на воздушной подушке водоизмещением свыше 100 тонн разработали единую втулку винта, обеспечивающую высокую безотказность работы воздушных винтов при изменении их шага.

Определяющее значение для мореходности, амфибийности и износостойкости гибкого ограждения имеет расход воздуха через воздушную подушку. Для подачи воздуха наши ученые разработали специальные схемы осевых и центробежных нагнетателей, которые имеют высокий коэффициент полезного действия при малых габаритах.

Для привода винтов, нагнетателей и других потребителей были созданы высокотемпературные газотурбозубчатые агрегаты. По своим массогабаритным и эксплуатационным параметрам эти агрегаты до настоящего времени занимают лидирующее место в мире.

Безопасность скоростного судна в значительной мере определяется наличием надежных и проверенных систем управления движением. Особенностью судов на воздушной подушке является отсутствие непосредственного контакта рулевых устройств с водой, что затрудняет маневрирование и делает судно весьма зависимым от погоды. В России разработаны и испытаны различные схемы управления судном, включая аэродинамические рули, струйные рули (реактивные сопла), винты изменяемого шага.

Экраноплан

В 1920-е годы во время испытаний самолетов с крылом, прикрепленным к нижней части фюзеляжа (тип низкоплан), конструкторы заметили, что подъемная сила крыла при посадке несколько увеличивается и в результате машина продолжает лететь над полем, как бы не желая садиться. Подобный эффект даже порой приводил к авариям. Центр давления крыла (точка приложения подъемной силы) в этом случае перемещается к его задней кромке, и самолет может опрокинуться.

Дальнейшие исследования показали, что между крылом самолета и

поверхностью земли воздух сжимается и становится плотнее. Так возникает дополнительная подъемная сила, которая и поддерживает аппарат в воздухе. Открытое явление назвали экранным эффектом. Экраном являлась поверхность земли или воды. В 1922 году появилась одна из первых работ об экранном эффекте – статья Б.Н. Юрьева «Влияние Земли на аэродинамические свойства крыла». В 1930-е годы изучением эффекта занимались В.В. Голубев, Я.М. Серебрийский, Ш.А. Биячуев, Н.А. Черномашинцев.

В СССР не ограничились теоретическими исследованиями. Началась разработка летательного аппарата, использующего экранный эффект. Такие машины – в дальнейшем их назвали экранопланами и экранолетами – казались очень выгодными. Логика проста: чем меньше высота полета, тем существеннее влияние экрана и, следовательно, выше несущая способность крыла. В результате для экраноплана нужны двигатели в два-три раза менее мощные, чем для самолета той же грузоподъемности. Довольно тяжелый летательный аппарат достаточно оснастить обычным автомобильным мотором.

Создать экраноплан, который мог бы летать над пустыней и водой, снегами и льдами, мечтал известный авиаконструктор и изобретатель П.И. Гроховский. В 1932 году он разработал проект экраноплана-амфибии с двумя моторами и с вполне современной аэродинамической компоновкой. В 1935 году финский инженер Т. Каарио построил первый аппарат для экспериментального изучения экранного эффекта.

Над экранопланами работали известные авиаконструкторы Г.П. Бериев, Р.Л. Бартини. Но самых больших успехов достиг Ростислав Евгеньевич Алексеев, возглавлявший в Нижнем Новгороде Центральное конструкторское бюро судов на подводных крыльях. Алексеев людям, далеким от армии, известен как создатель скоростных судов – «Ракета», «Метеор», «Комета». Его портрет можно увидеть в американском конгрессе в галерее великих деятелей мира, внесших наибольший вклад в развитие человечества в XX веке.

«Бартини шел к идее создания экранолетов „сверху" – от авиации, стремясь научить самолеты летать как можно ниже, – пишет в журнале „Всемирный следопыт" Станислав Славин. – Он знал, что еще в начале века первые авиаторы сталкивались с таким явлением: на высоте нескольких метров над землей полотняный аэроплан вдруг принимался скользить над травой, будто его удерживала в воздухе невидимая, но могучая рука – так проявлял себя воздушный экран.

Алексеев же задумал создавать экранопланы в конце 1950-х годов, когда его суда на подводных крыльях при скоростях 100—150 километров час натолкнулись на кавитационный барьер-явление, при котором вода утрачивает свойства сплошной текучей жидкости. Крылья машины разрушались от множества обрушивающихся на них гидравлических ударов. И вот он решил: хватит бороться с этим эффектом, улучшая профили крыльев, надо создать качественно новые суда, если хотите подняться над проблемой

кавитации.

Первый 3-тонный экраноплан, появившийся в 1961 году, имел пару несущих крыльев. Но, исследовав такую схему на нескольких моделях, конструктор отказался от нее и выбрал другую – аппарат с одним крылом малого удлинения».

Знания, интуиция и уверенность Алексеева были настолько велики, что от пятитонного экраноплана он почти сразу шагнул к постройке машины многотонной – «Каспийского монстра».

Свой первый полет самый большой в мире экраноплан КМ («Корабль-макет»), со взлетной массой 540 тонн и максимальной скоростью полета 500 километров в час, совершил в 1966 году. КМ имел десять турбореактивных двигателей ВД-7 с максимальной тягой 13 тс каждый.

В 1970-е годы это был самый большой в мире летательный аппарат. Подобные воздушные гиганты в то время и не снились ни «Боингу», ни «Локхиду». В США, ФРГ, Японии и Китае начиная с 1960-х годов было спроектировано и построено несколько легких экспериментальных экранопланов и экранолетов.

Когда секретные службы США засекли испытания первого летающего корабля КМ, они нарекли его «Каспийским монстром». Наши конструкторы расшифровывали две загадочные для американцев буквы буднично и просто – в документации он значился как «корабль-макет» и являлся лишь одной моделью из десятков подобных.

Первый серийный летающий корабль, вошедший в состав Каспийской флотилии, названный «Орленком», предназначался для проведения десантных операций. «Орленок» создан в 1979 году. Его скорость – 375 километров в час; дальность – 200 километров. Экипаж экраноплана – шесть человек, а полезная нагрузка составляет сорок тонн.

А вскоре в Каспийск был доставлен и его «родственник» – «Лунь», на борту которого размещалось шесть ракетных комплексов «Москит» среднего радиуса действия.

Когда уже сразу три «Орленка» рассекали воды Каспия и барражировали в воздухе, ЦРУ и военное ведомство США озаботились не на шутку. Началась охота за секретами экранопланов спецслужбами многих стран.

В музее завода «Красное Сормово» есть точный макет этого экраноплана – это подарок делегации американских военных специалистов во главе с заместителем министра обороны адмиралом Микаэлем С. Фрэнсисом. Американцы побывали на испытательной базе в 1993 году.

Российское правительство всего за двести тысяч долларов согласилось показать сверхсекретный «Орленок», хотя не могло не понимать, что за полетами будут наблюдать и профессиональные разведчики. Экраноплан фотографировали, снимали на кинопленку. Военспецы из США засыпали конструкторов и испытателей профессиональными вопросами. Они не могли скрыть удивления. Корабль, мчавшийся над морем на высоте два-три метра и

потому не засекаемый локаторами, обгонял обычные самолеты, которые следили за испытаниями.

Между тем от бедности и безденежья в Израиль и США стали уезжать те, кто владел более или менее солидной информацией о деятельности ОКБ Алексеева. Однако, как бы там ни было, на благополучном Западе ничего подобного отечественным разработкам до сих пор создать не удалось!

Тем временем в России посчитали, что необходимость в ракетных и десантных экранопланах отпала. Два экраноплана, законсервированные, сохранились в неплохом состоянии, и все еще стоят в Каспийске. Их вполне можно переоборудовать под спасательные суда. Но и для этого нет средств.

Дальнейшая их судьба, судя по всему, печальна. Согласно принятому осенью 2000 года постановлению правительства, и «Лунь», и «Орленок» в числе прочего ненужного армии «хлама» превратят в металлолом, а вырученные скромные средства перечислят в федеральный бюджет.

Как-то Ростислав Евгеньевич Алексеев в сердцах сказал своим самым близким помощникам: «Наша государственная система – главный диверсант. Мы когда-нибудь весьма пожалеем, что доверительно относились к нашим министрам и военным…»

Нижегородские ученые и кораблестроители еще несколько лет назад предлагали провести демонстрационный полет экраноплана «Лунь» вокруг земного шара. Такой необычный шаг позволил бы, по их мнению, привлечь инвестиции для создания принципиально нового для всей планеты вида транспорта. Самое главное, что и европейские банки готовы были профинансировать необычный проект. Тем не менее его по непонятным причинам отклонили. Возможно, из-за соображений секретности. И сегодня большинство научных, технических и конструкторских решений остаются оригинальными и по-прежнему дорого стоят.

«Чтобы увидеть экраноплан, мне не потребовалось ехать в Каспийск, – пишет журналист газеты „Труд" В. Долговоров. – Один „Каспийский монстр", закованный в цепи корабельных стапелей, уже более десяти лет стоит на берегу Волги в эллинге завода. Строящиеся рядом довольно солидные быстроходные суда для пограничников и таможенной службы выглядят на его фоне игрушечными. И неудивительно: верхняя точка хвостовой части корабля, где расположена ходовая рубка, находится на высоте девятиэтажного дома.

Однажды я прочитал заметку, опубликованную в одной из местных газет: «На заводе „Волга" заканчивается сооружение экраноплана „Спасатель" – уникального летательного аппарата, предназначенного для оказания помощи людям, попавшим в море в экстремальную ситуацию. В следующем году он пройдет испытания и после этого заступит на вахту». Напечатано это сообщение 22 июля 1995 года. С той поры работы здесь не продвинулись ни на шаг, хотя корабль-самолет находится в 90-процентной готовности.

Для достройки «Спасателя» требуется двести миллионов рублей. На 2000

год было выделено три. Причем финансирует проект почему-то не МЧС России, а, как и прежде, ВМФ с его урезанным бюджетом. Но ведь не только и не столько именно военные корабли терпят бедствия на морях и океанах. Гражданских судов гибнет многократно больше.

Кстати, печальная судьба отечественных экранопланов во многом объясняется как раз нестыковкой ведомственных интересов. Экранопланы, с одной стороны, как бы корабли, но летающие. А значит – чужеродные дитяти для ВВС. А для ВМФ они остаются воздушными судами. Вот так чудо-корабли оказались вне сферы интересов и тех, и других.

При условии базирования в Мурманске экраноплан мог бы вовремя прийти на помощь, к примеру, морякам погибшей в Норвежском море атомной субмарины «Комсомолец». И пассажирам парома «Эстония», когда погибли более семисот человек, можно было помочь – к месту трагедии он долетел бы всего за тридцать минут».

Генеральный директор судостроительного завода «Волга» Виталий Алексеев – однофамилец генерального конструктора экранопланов. В свое время он сам налетал на них немало часов. Алексеев имел немало возможностей убедиться, что экраноплан совершенно безопасен. Так, однажды в ходе испытаний у экраноплана отвалилась корма, но никто не пострадал. В другой раз, когда во время полета отказала гидравлика, корабль без проблем приводнился. После устранения неисправности экраноплан продолжил рейс.

У генерального директора «Волга» есть мечта – создать Всемирную службу спасения, основой которой могли бы стать именно экранопланы. Сегодня помощь терпящим бедствие в морях и океанах приходит, как правило, с большим опозданием. Самолеты могут лишь сбросить потерпевшим спасательный плот. Во время трагедии подводной лодки «Комсомолец» плоты упали в нескольких десятках метров от тех, кто еще держался на плаву. Увы, не все моряки из-за переохлаждения смогли до них добраться.

Недостаток вертолетов – малая вместимость. Что касается спасательных судов, они могут эффективно работать в радиусе около полусотни миль, да и то если шторм невелик.

«Экранопланы, – пишет в своей статье В. Долговоров, – позволяют решить целый комплекс проблем, они оборудованы для этого всем необходимым. На них имеется сложнейшая аппаратура для поиска пострадавших, члены экипажа за пять минут могут развернуть мореходные надувные лодки с подвесными моторами, которых здесь до пятнадцати. А начать движение к цели летающий корабль может уже через четверть часа после получения приказа.

Экраноплану при дрейфе не страшен ураганный ветер силой до 40 метров в секунду, пятиметровой высоты волна: он ведет себя в таком случае как обычный поплавок. Притом не боится удара сильной волны в бок, переворачивающей обычные суда. Крылья его устроены так, что сглаживают волну, а сзади судна образуется тихая бухточка, где и принимают

пострадавших. К слову, пятьсот человек – это количество людей, с которыми «Спасатель» может взлететь. Просто взять на борт он может и восемьсот человек, и более, и находиться в штормующем море до прибытия помощи. На это рассчитана система жизнеобеспечения. Кстати, его можно использовать для координации работы других спасательных средств. Задуманный поначалу как машина уничтожения, теперь он с успехом может использоваться как техника для спасения людей. Немаловажно и то обстоятельство, что ему не нужны аэропорты с их дорогостоящим оборудованием – он может приводниться, где захочет экипаж».

По мнению Алексеева, для создания Всемирной службы спасения достаточно оборудовать десять-пятнадцать баз для содержания и обслуживания экранопланов – по два на каждый. Но для решения подобной задачи нужны совместные усилия заинтересованных в этом стран. Сейчас же их действия разрозненны.

До середины 1990-х годов точной классификации этих летательных аппаратов – экраноплан или экранолет – не существовало, так как для них не требовался сертификат летной годности. Создавались такие машины для экспериментов и в военных целях, коммерческих и пассажирских рейсов они не выполняли.

В конце XX века появился Кодекс безопасности для экранопланов, утвержденный Международной морской организацией (ММО). В соответствии с Кодексом все аппараты, использующие экранный эффект, делятся на три типа.

Тип А – экраноплан. Он даже теоретически не может выйти за пределы экранного эффекта.

Тип В – экранолет. Он способен летать за пределами влияния экранного эффекта и даже на короткое время подниматься на ограниченную высоту.

Тип С – экранолет. В нем используется экранный эффект только для взлета и посадки.

Впервые в мире сертификат летной годности получил экраноплан «Амфистар» (тип А), созданный в Нижнем Новгороде под руководством Д.Н. Синицына. «Амфистар» оснащен автомобильным двигателем, имеет автоматическую систему сохранения заданной высоты полета. В 1998 году в Москве успешно прошел испытания экранолет (тип В) «Иволга-2» (главный конструктор В.В. Колганов).

Современные круизные лайнеры

В середине XIX века появились судоходные компании, очень быстро получившие монополию на трансатлантические перевозки. Суда, оборудованные паровыми машинами, уже не зависели от погоды и ветров и могли приходить в пункты назначения в заранее обусловленное время. Стало возможным придерживаться определенного расписания. Это был огромный

шаг вперед по сравнению с парусниками, пересекавшими океан за 30-100 суток.

Знаменитый английский писатель Чарлз Диккенс описал маленькие удовольствия, предоставляемые салоном пассажирского судна в 1840-е годы. «В час звонит колокол, и вниз спускается стюардесса, неся дымящееся блюдо жареного картофеля и другое – с печеными яблоками, она приносит также студень, ветчину и солонину или окутанное паром блюдо с целой горой превосходно приготовленного горячего мяса. Мы набрасываемся на эти лакомства, едим как можно больше (у нас теперь отличный аппетит), и как можно дольше задерживаемся за столом. Если в печке загорится огонь (а иногда он загорается), – все мы приходим в наилучшее настроение. Если же нет, – начинаем жаловаться друг другу на холод, потираем руки, кутаемся в пальто и накидки и до обеда снова укладываемся подремать, поговорить или почитать (опять-таки, если достаточно светло)».

С 1870-х годов пассажирские суда на атлантических линиях начинают превращаться в роскошные плавучие отели. Эта тенденция, наиболее ярко проявившаяся на больших английских пароходах, стала результатом возраставшей конкуренции с немецкими, французскими и голландскими компаниями. В 1870 году на судах «Абиссиния» и «Алджирия» впервые появились отдельные ванные комнаты, а оснащение парохода «Галлия», спущенного на воду в 1879 году, явилось предвестником расточительной роскоши будущего. Его салон был создан в японском стиле, стены отделаны панелями, покрытыми яшмово-красным лаком, на которых золотом и пастельными красками были нарисованы птицы и цветы. В центре курительного салона был даже оборудован фонтан. В 1880 году на пароходе «Сити оф Берлин» компании «Инмэн лайн» впервые зажглись электрические лампочки. На судах имелись роскошные каюты-люкс, танцевальные, концертные, спортивные и игорные залы, бассейны, салоны красоты, библиотеки. Первыми из дорогих судов нового поколения стали суда компании «Кунард» – «Кампания» и «Лукания», получившие в 1893 году «Голубую ленту Атлантики».

На рубеже XIX и XX веков в судостроении появляется несколько знаменательных новинок. Материалом для сооружения корпуса становится высококачественная сталь, два или четыре гребных винта приводятся во вращение мощной паровой турбиной новой конструкции. Устанавливается автоматическая система закрытия дверей на водонепроницаемых переборках, дистанционно управляемая с ходового мостика. На судах нашло применение новое эпохальное открытие – радио.

31 марта 1909 года был заложен киль, пожалуй, самого известного судна в мире «Титаник». И сегодня его размеры впечатляют. Длина «Титаника» – 259,83 метра, ширина – 28,19 метра, общая вместимость – 46328 регистровых тонн, а водоизмещение – 52310 тонн при осадке 10,54 метра. Он был самым большим судном, которое когда-либо до него строилось.

На «Титанике» было три винта и комбинированная силовая установка. Она состояла из двух групп четырехцилиндровых поршневых паровых машин, приводивших во вращение два трехлопастных боковых винта, каждый весом 38 тонн, и паровой турбины низкого давления, вращавшей четырехлопастный средний винт весом 22 тонны.

Зарегистрированная мощность паровых машин и турбины равнялась 50000 л с., но в действительности она достигала как минимум 55000 л с., что позволяло развивать скорость более 23 узлов. Предельная скорость составила 25 узлов.

«Титаник» производил неизгладимое впечатление. Гостиные, широкие лестницы и коридоры – все это походило скорее на большой дворец, чем на пассажирское судно. По внешнему виду и внутреннему оснащению он был вершиной судостроения своего времени. Даже несмотря на трагедию, постигшую «Титаник», представители верфи «Харленд энд Волф» считали и до сих пор считают его самым совершенным судном, которое фирма когда-либо строила.

На «Титанике» имелось восемь стальных палуб, расположенных друг над другом на расстоянии 250—320 сантиметров. Под шлюпочной палубой находилась палуба А длиной 150 метров. Почти вся она предназначалась для пассажиров 1-го класса. На этой палубе размещались читальный зал, курительный салон, холл и зимний сад. Вдоль бортов располагались прогулочные палубы.

На следующей палубе, обозначенной буквой В, находились апартаменты миллионеров с собственной прогулочной палубой. Эти помещения включали по две спальни, гостиную, ванную и прихожую. В каютах вместо привычных круглых иллюминаторов были большие окна, как во дворце. Вместо радиаторов парового отопления были установлены камины, топившиеся углем. Мебель и интерьеры апартаментов разрабатывались лучшими художниками. Если билет 1-го класса, включая плату за удобства, стоил около 100 фунтов стерлингов, то в разгар сезона стоимость путешествия через океан в один конец в таких апартаментах поднималась до 870 фунтов, или 4350 американских долларов (сегодня это составило бы примерно 50000 долларов). На корме находился ресторан в стиле Людовика XVI.

На палубе С размещались библиотека 2-го класса, уютный курительный салон и гостиная 3-го класса. На палубе D поражал воображение огромный ресторан 1-го класса с белыми стенами, лепным потолком и нишами, где при неярком освещении могли обедать семьи или небольшие компании.

Двумя палубами ниже, на палубе G, в центре судна располагался ресторан 3-го класса, а перед ним, по правому борту, находились бассейн размером 10х5 метров и комплекс турецких бань с комнатами для отдыха, отделанными позолотой. К услугам тех, кто посещал эти бани, была массажистка. На палубе размещался и зал для всевозможных игр с мячом, большой корт 9х6 метров и галерея для зрителей.

На «Титанике» было предусмотрено все, что могло бы потребоваться для удовлетворения самых изысканных желаний пассажиров, привыкших получать за свои деньги максимум внимания, удобств и роскоши. Учли даже пожелания тех, кто был охвачен модным в то время поветрием – автомобилизмом. Специальный кран мог поднять с причала автомобиль и поместить в отведенное для него место. Позаботились и о тех пассажирах, которым в плавании могла понадобиться медицинская помощь. Вместо обычного судового медпункта на «Титанике» имелась великолепно оборудованная больница с современным операционным залом. Любители фотографии прямо в море имели возможность проявить свои пленки и сделать отпечатки в помещении, располагавшем всем необходимым. Для пассажиров всех классов имелись парикмахерские, в которых также было все самое лучшее и самое новое – от шампуней до сушилок.

Сегодня большинство пассажиров пускается в длительное плавание с целью посмотреть мир. Поэтому самые крупные суда – круизные. Современные круизные теплоходы в большинстве своем схожи, их схему можно рассмотреть на примере теплохода «Century». Он принадлежит американской компании «Celebrity Cruises». Судно построено в Германии в 1995 году. По уровню комфорта и сервиса относится к пятизвездочной категории.

На теплоходе 304 пассажирские каюты без окна и 875 кают с окном. В том числе просторные каюты с верандами и джакузи. Все каюты комфортабельны, достаточно просторны – их площадь не меньше 15 квадратных метров. Они снабжены отличными кондиционерами и спутниковым телевидением. Стандартные каюты с окном напоминают гостиничные номера. Хотя, конечно, эти комнаты поменьше, чем обычные номера в пятизвездочных отелях. А вот вариант без окна весьма специфический и оставляет не очень приятное впечатление.

Жизнь на корабле устроена так, что пассажиры практически не пересекаются с командой. Для штата отведены нижние палубы, а в распоряжении пассажиров девять верхних палуб.

Открытые верхние палубы – самое главное место на корабле. На одиннадцатой и двенадцатой палубах находятся 26 кают, а также два небольших бассейна, «пляжные» зоны с шезлонгами, бар, огромный закрытый ресторан-буфет, ресторан-гриль и закрытая спортивно-оздоровительная зона. Здесь расположены сауны, закрытый бассейн-джакузи, массажные кабинеты и тренажерный зал. Все это занимает площадь, равную примерно трем футбольным полям.

Следующие три палубы целиком заняты каютами, и гулять здесь можно только по коридорам. На седьмой палубе кают нет. Она целиком отдана под развлечения. На ней расположен театр – большой красивый двухуровневый зал, который занимает два этажа, а также несколько магазинов, баров и казино. Здесь по вечерам играет живая музыка. На седьмой палубе есть также открытые участки, своего рода длинные лоджии, где расставлены кресла,

позволяющие спрятаться от суеты в дневное время.

Шестая палуба тоже светская, свободная от кают. На ней находится продолжение театра и начало большого, тоже двухуровневого, ресторана, где все обычно собираются к ужину. Открытое пространство (в виде лоджии-коридора) тянется вдоль всей палубы и называется «променад». В закрытой части есть также конференц– и кинозал, библиотека, бары и магазины. На корабле торгуют всеми необходимыми для курортной жизни товарами, а также ювелирными изделиями.

Пятая палуба частично занята каютами, частично отдана под служебные помещения – там находятся дирекция, банк, экскурсионные служебные помещения и холлы, нижний этаж главного ресторана и изящного центрального фойе.

На четвертой палубе кроме кают расположены также медицинский центр и игровая комната для детей.

Последнее достижение мирового судостроения – судно «Вояджер» – «Странник морей», водоизмещением 137000 тонн – почти в полтора раза больше его предшественника – гиганта «Куин Элизабет-2». Заказчиком лайнера является американская компания «Ройал Карибиен», которой он обошелся в 500 миллионов долларов. Это первое судно в серии из трех аналогичных суперлайнеров.

В 1557 каютах, половина из которых имеет… балконы, размещаются 3840 пассажиров. Команда состоит из 1180 человек. Длина судна – 311 метров, ширина – 48, а высота от киля до верха дымовой трубы – 72,3 метра. «Вояджер» имеет 15 палуб, 4 из которых называются «Королевский променад» и имеют длину по 120 метров. На них, что очень престижно, выходят окна 138 кают. По замыслу проектировщиков все четыре «Королевских променада» напоминают «Барлингтонский пассаж» в Лондоне с магазинами и ресторанами. Есть на судне и «Королевское казино».

Судовой театр назван, естественно, «Ла Скала», и спектакли в нем могут смотреть 1350 зрителей. Самый крупный ресторан на 2100 мест занимает по высоте три палубы. На одной из палуб сооружена специальная скала высотой 10 метров, где любители скалолазания могут потренироваться. Есть арена с искусственным катком. Предоставляет «Вояджер» и такую услугу, как возможность обвенчаться – на верхней палубе прямо за трубой находится церковь для новобрачных.

Сервис сервисом, но проектировщики лайнера исходили из того, что судно должно оказывать минимальное влияние на окружающую среду и быть очень безопасным в аварийных ситуациях. Поэтому на нем есть цех по полной утилизации и переработке всех отходов. Чтобы не нарушать во время стоянок хрупкую экологическую систему кораллов, отказались от якорей. Судно на месте удерживает специальная система позиционирования GPS, которая связана с тремя уникальными рулевыми колонками, названными азипод. Технически азипод можно сравнить с реверсивным двигателем самолета – при

экстренной остановке он позволяет судну быстро снизить скорость до нулевой. Имей «Титаник» азипод, он остановился бы как раз перед самым айсбергом и избежал бы гибели. Энергетические узлы имеют такой резерв и автономность, что при аварии «Вояджер» сохраняет половину своей мощности.

Электровоз ВЛ85

Вплоть до начала XIX века уголь и руду с шахт и рудников вывозили по чугунным рельсам. Груженые и порожние вагоны передвигались лошадьми. Первыми локомотивами были паровозы. Первый паровоз, двигавшийся по рельсам, был построен англичанином Р. Тревитиком в 1803 году для одного из рельсовых путей в шахте. Вслед за ним построили паровозы и другие изобретатели, но широкого практического применения эти паровозы не получили. Наиболее удачным оказался паровоз Дж Стефенсона, построенный в 1814 году. В 1829 году паровоз Стефенсона «Ракета» победил паровозы других конструкторов на состязании в Ренхилле, целью которых было выбрать наилучшую конструкцию паровоза для железной дороги Ливерпуль – Манчестер. Дж. Стефенсон стал родоначальником железнодорожного транспорта. В XX столетии паровозы строились во многих странах. В России первый паровоз был построен в 1834 году отцом и сыном Е.А. и М.Е. Черепановыми.

Первый электровоз был построен в середине 1890-х годов в США. То был электровоз постоянного тока, получавший энергию от тяговых подстанций.

В СССР первая электрифицированная железнодорожная линия с моторвагонными электропоездами появилась в 1926 году, первые электровозы – в 1933 году.

Со временем электрическая и тепловозная тяга вытеснила паровую почти со всех многочисленных магистралей нашей страны.

Железная дорога получает электроэнергию с крупных электростанций. Трехфазный ток высокого напряжения с них поступает на подстанции и там преобразуется в ток, нужный для тяги.

В первые годы электрификации пригородных участков железных дорог СССР с тяговых подстанций подавался постоянный ток напряжением 1500 В в медный контактный провод, подвешенный над рельсовым путем, а на первых магистральных участках применялся постоянный ток напряжением 3000 В. В 1960—1970-е годы стали на вновь электрифицируемых железных дорогах применять переменный однофазный ток частотой 50 Гц повышенного напряжения (25 кВ). Это дало возможность строить тяговые подстанции не через 20-30 километров, как при постоянном токе, а через 60-70 километров, то есть уменьшить вдвое-втрое их число, а подстанции делать более простыми и дешевыми. Повышенное напряжение позволяет уменьшить сечение контактного провода, требующего много меди. Это удешевляет контактную

сеть.

На крыше электровоза укреплены токоприемники – пантографы, которые прижимаются к контактному проводу и передают электрический ток к тяговым двигателям электровоза.

Двигатели расположены под кузовом электровоза на каждой его оси. Первые отечественные электровозы имели 6 осей, размещенных в 2 трехосных тележках, значит, и 6 двигателей. Позднее стали выпускаться электровозы более мощные, с 8 осями в 4 двухосных тележках и с двигателями. Каждый двигатель с помощью системы зубчатых передач вращает «свою» колесную пару и тем самым приводит электровоз в движение. Ток, пройдя через пантограф к тяговым двигателям и совершив в них работу, уходит частью в рельсы, служащие вторым проводом, и затем через отсасывающие провода возвращается на тяговую подстанцию.

Большое достоинство электровоза – экономичность. Во время движения под уклон его двигатели работают как генераторы электрического тока, который поступает обратно в сеть. Такой режим называется рекуперационным (от латинского слова «recuperatio» – «обратное получение») торможением. Коэффициент полезного действия электровоза при этом достигает 88-90 процентов.

Кузов электровоза похож на вагон. На обоих его концах находятся кабины управления. Это позволяет электровозу двигаться в любом направлении – машинист должен лишь перейти из одной кабины в другую. У восьмиосных электровозов два кузова, соединенных друг с другом закрытым переходом. В кузове электровоза размещена электрическая аппаратура – ящики сопротивлений, контакторы, переключатели, а также всякого рода вспомогательные машины – мотор-генераторы, компрессоры, вентиляторы и т п.

Сейчас в России эксплуатируются электровозы переменного однофазного тока (питающее напряжение – 25 кВ и частота – 50 Гц), а также постоянного тока (напряжение – 3 кВ). Это мощные грузовые локомотивы отечественного производства серии ВЛ и чехословацкие пассажирские серии ЧС. Пассажирский электровоз серии ЧС4 мощностью 5100 кВт развивает скорость до 160 километров в час, а электровоз серии ВЛ85 мощностью 10020 кВт – до 110 километров в час.

ВЛ85 – мощнейший в мире локомотив на электротяге. Своему рождению он обязан БАМу. Для ее успешной эксплуатации Байкало-Амурской магистрали потребовался мощный надежный электровоз. Специалисты предложили несколько вариантов новых грузовых электровозов переменного тока.

Вот что пишет Олег Курихин в журнале «Техника – молодежи»:

«Одни предлагали выпускать только четырехосные секции и из них, в зависимости от веса поездов и профиля пути, составлять 8-, 12– и 16-осные локомотивы. На Новочеркасском электровозостроительном заводе освоили производство 2-секционного ВЛ80, к которому было можно прицеплять еще

одну-две такие же машины. Вот только не всегда удавалось оптимально сочетать вес состава и локомотива, а иногда из-за избыточной мощности последнего возрастала стоимость перевозок.

По мнению других, помимо этих электровозов, следовало делать и 6-осные секции с двухосными тележками. Тогда, при однотипных тяговых электродвигателях, редукторах и системах управления, можно было бы составлять 8-, 10-, 12-, 14-, 16– и 18-осные машины, приноравливая их к конкретным условиям.

В обоих случаях секции замышлялись однокабинными, хотя некоторые специалисты стояли за 4– и 6-осные двухкабинные. И все же в итоге усилия сосредоточили на 12-осном локомотиве для тяжелых грузовых поездов и дорог с трудным профилем».

Теоретические исследования столь новой для отечественной практики ходовой части электровоза велись в Научно-исследовательском проектно-конструкторском и технологическом институте электровозостроения (ВЭлНИИ) и Ростовском-на-Дону институте инженеров железнодорожного транспорта (РИИЖТ). В результате решили проектировать 12-осный электровоз, у которого каждая из двух секций располагалась на трех 2-осных тележках с индивидуальным электроприводом.

При вождении тяжелых поездов новый локомотив должен был дать экономический эффект более 200 тысяч рублей в год (по курсу 1980 года), что стало основанием для включения будущей машины в официальный «Типаж магистральных электровозов».

Для экспериментальной проверки расчетов на Новочеркасском электровозостроительном заводе изготовили макет локомотива, в августе-сентябре 1981 года испытали его на разных скоростях и участках пути, подтвердив высокие качества ходовой части.

Проектирование электровоза ВЛ85 вел заместитель директора ВЭЛНИИ В.Я. Свердлов. В мае 1983 года построили первый образец, летом – второй. После опытного пробега на 5000 километров ВЛ85-001 предъявили МПС для испытаний, завершившихся вполне успешно.

«Механическую часть ВЛ85 выполнили так, – пишет Курихин, – чтобы кузов устанавливался на двухосные тележки с опорно-осевой, а в перспективе опорно-рамной подвеской тяговых электродвигателей, секции соединили автосцепкой, раму кузова спроектировали с учетом продольного усилия до трехсот тонн. В секциях смонтировали по трансформатору с тремя вторичными обмотками (по числу тележек), нагруженными через собственные преобразователи двумя соединенными параллельно тяговыми электродвигателями. Большое внимание уделили компоновке, вентиляции кузова и тяговых моторов, системе управления, снижению расходов энергии для собственных нужд локомотива».

Впервые в отечественной практике на ВЛ85 установили автоматизированную систему управления (АСУ), построенную на основе

микропроцессоров и другой микроэлектроники, позволившую плавно разгонять состав до требуемой скорости с заданным током тяговых электродвигателей. После этого АСУ поддерживала постоянную скорость на ровном пути, а на спусках выполняла электрическое притормаживание. Кроме того, она контролировала рекуперацию, торможение до полной остановки, распределение усилия при двойной тяге. Благодаря ей удалось увеличить разгон на шесть процентов, замедление поезда – на десять процентов. По сравнению с ВЛ80Р расход энергии на новом локомотиве уменьшился больше чем на треть, и почти 1,2 раза возрос ее возврат в контактную сеть при режиме рекуперации. АСУ обеспечила надежную работу локомотива при колебаниях подаваемого напряжения в пределах 19-29 кВ».

А вот некоторые технические данные электровоза ВЛ85. Сцепной вес – 288 тонн. Габариты: длина – 45 метров, ширина – 3,16 метра, высота – 5,19 метра. Усилие тяги в часовом режиме при скорости 49,1 километра в час – 74 тонны.

Сначала оба электровоза испытывали на кольце Новочеркасского завода, потом динамику и воздействие на путь ВЛ85-001 – на Северо-Кавказской дороге, а тягово-энергетические характеристики ВЛ85-002 – на экспериментальном кольце ВНИИЖТ в Щербинке. Затем локомотивы передали для опытной эксплуатации на линии Белореченская – Майкоп, Мариинск – Красноярск – Тайшет, Абакан – Тайшет – Лена. Государственная комиссия отнесла их к высшей категории качества и рекомендовала НЭВЗу в 1985 году выпустить пять таких машин, а со следующего года приступить к их серийному производству.

Уже начиная с третьего локомотива стали применять лучшие тяговые электродвигатели НБ-514 и продолжали модернизацию. К январю 1995 года было выпущено 272 таких электровоза. Они вышли на рельсы Южно-Уральской, Красноярской, Восточно-Сибирской и Байкало-Амурской магистралей.

К сожалению, в последние годы объем перевозок значительно снизился, мощные ВЛ85 нередко работают с изрядной недогрузкой, что существенно удорожает стоимость доставки грузов по железной дороге.

Как это часто бывает, пришлось воспользоваться рекомендациями специалистов, которые в 1970-е годы предлагали производить 6-осные двухкабинные электровозы переменного тока с тремя 2-осными тележками, наиболее подходящими для составов в 4-5 тысяч тонн. МПС заказало такой локомотив, обозначенный ВЛ65. В сочетании с ВЛ80 и ВЛ85 они должны обеспечить нормальный грузооборот на дорогах переменного тока.

Высокоскоростной поезд TGV

В последнее время во многих странах мира наблюдается ренессанс развития железнодорожного транспорта. Связан он с резким повышением скоростей

пассажирских перевозок. В результате повышения скоростей движения и сокращения времени поездки удалось вернуть на железнодорожный транспорт значительное количество пассажиров.

Повышение скорости движения поездов всегда было одной из главных задач железнодорожного транспорта. В 1829 году поезд, ведомый паровозом Rocket, развил скорость 85 километров в час. В 1890 году во Франции паровоз Crampton провел поезд весом в 157 тонн уже со скоростью 144 километра в час. Скоростной рубеж 200 километров в час в 1903 году превысил немецкий электропоезд, развив на участке Цоссен – Маренфельд скорость 210 километров в час. Рекорд скорости, установленный во Франции в 1955 году составом с локомотивной тягой – 331 километр в час – был улучшен уже в 1981 году, когда поезд TGV достиг скорости 380 километров в час.

На зарубежных железнодорожных магистралях скоростным считается движение пассажирских поездов с максимальной скоростью не менее 200 километров в час. При этом в его организации преобладают две тенденции – модернизация существующих линий с реализацией максимальных скоростей движения около 200 километров в час и строительство специальных скоростных пассажирских линий с допустимыми скоростями 250—270 километров в час.

Примером специализированных высокоскоростных магистралей являются линии TGV – Юго-Восток и Атлантик во Франции. На европейском континенте Франция явилась пионером в организации скоростного движения. К началу строительства скоростных магистралей французские специалисты имели довольно солидный опыт: на линиях большой протяженности поезда с локомотивной тягой развивали скорость до 200 километров в час. Некоторые эти составы под названием «Капитоль», «Коралл», «Мистраль» и сегодня включены в систему трансевропейских экспрессов. Попытка увеличить их скорости движения не увенчалась успехом. Тогда на линии Париж – Шербур попытались реализовать скорости 250—300 километров в час на турбопоездах, но из-за производимого шума пришлось отказаться от этих экспериментов. Долгожданный успех пришел только с постройкой скоростных магистралей на электротяге.

TGV – первые европейские высокоскоростные поезда. В 1983 году во Франции они вышли на новую линию Париж – Юго-Восток. Это десятивагонные составы, включающие два головных моторных вагона и восемь прицепных, помещенных между ними. В поезде из тринадцати тележек – шесть моторных, включая концевые двухосные тележки сочлененной части прицепных вагонов. Такая конструкция позволяет легко отцеплять моторный вагон от состава. В сочлененной части поезда оси шкворневых узлов располагаются по концам кузовов сочленяемых вагонов.

«Первые варианты поезда TGV, – пишет в своей книге В.И. Волков, – были предназначены для массового перемещения пассажиров. Поэтому в составе почти 72 процента мест 2-го класса. Места 1-го класса по три в ряду

предусмотрены лишь в трех прицепных вагонах. В одном из пяти вагонов 2-го класса расположен бар. Кроме того, в поезде предусмотрены устройства для подачи пищи и напитков к местам 1-го и 2-го классов.

У поезда TGV уменьшена площадь поперечного сечения по сравнению с обычным подвижным составом. Снижена и высота кузова от уровня головок рельсов более чем на полметра. Это позволило значительно сократить лобовое сопротивление состава и улучшить доступ в вагоны с низких платформ.

Для того чтобы электропоезда TGV могли работать за пределами новой линии в юго-восточных районах Франции, они выполнены на две системы тока – переменного 25 кВ, 50 Гц и постоянного 1,5 кВ. В качестве тяговых двигателей использованы электрические машины постоянного тока с последовательным возбуждением, закрепленные на кузове вагона.

Электрооборудование поезда включает главный трансформатор, импульсный преобразователь для работы на постоянном токе и смешанный выпрямитель для работы на переменном токе, а также другое оборудование. Поезда TGV могут работать в сдвоенном режиме.

Исследования, проведенные Международным союзом железных дорог в 1974 году на магистрали Париж – Лион, показали, что наиболее экономична здесь скорость 270 километров в час, поскольку при меньшей скорости она не была бы достаточно конкурентоспособной по сравнению с воздушным транспортом, а при более высокой скорости резко возрастут расходы на установленную мощность и потребляемую энергию. Опыт эксплуатации таких экспрессов показал их высокую эффективность».

Договор на поставку первых 87 поездов TGV был подписан еще в 1976 году. Предполагалось, что расходы, связанные с реализацией этого договора, составляют 5400 миллионов франков. К 1977 году расходы превысили сумму договора на четыре процента.

Ввод в эксплуатацию поездов TGV позволил сэкономить классический подвижной состав на сумму 3139 миллионов франков, что немного меньше половины затрат на изготовление всего подвижного состава для линии TGV-Юго-Восток.

Для линий TGV-Атлантик был создан новый высокоскоростной электропоезд – TGV-A, обладающий более совершенными техническими, технологическими и коммерческими характеристиками. Он более обтекаемой формы. Его внешний облик хорошо сочетается с улучшенной внутренней отделкой помещений.

Эти поезда отличает и своеобразная окраска – серебристо-белая и голубая. Двери вагонов окрашены в яркие и разнообразные цвета, подчеркивая различное назначение помещений, предлагаемых пассажирам. Объем внутренних помещений увеличен за счет расширения вагонов.

Поезд TGV-A состоит из двух головных и 10 прицепных вагонов. Три вагона 1-го класса (116 сидячих мест), один вагон-бар и шесть вагонов 2-го класса (369 сидячих мест), всего 485 мест. Поезда могут формироваться сдвоенными.

В этом случае получается тысяча сидячих мест. Для удобства передвижения пассажиров внутри поезда ликвидированы двери. Система кондиционирования воздуха практически бесшумна и действует в двух режимах в зависимости от внешних климатических условий.

Два из трех вагонов 1-го класса с каждой стороны от центрального прохода имеют шесть салонов в виде четырехместных полукупе с креслами, которые размещены с обеих сторон стола. Напротив каждого полукупе два сидячих места со столиками между ними. В третьем вагоне 1-го класса есть восьмиместный салон для курящих. Вагоны 2-го класса рассчитаны для семейных и молодых пассажиров. С этой целью увеличено количество мест, расположенных напротив друг друга.

«В поездах TGV-A остался неизменный принцип их составности, сохранена конструкция тележек, без изменения остались система токосъема и подвески тяговых двигателей, – пишет В.И. Волков. – Сохранены все системы обеспечения безопасности движения. Более того, они дополнены микропроцессорами, которые гарантируют постоянный контроль за всеми системами. Максимальная скорость TGV-A на высокоскоростных линиях достигает 300 километров в час против 270 километров в час поездов первого поколения. Применение синхронного тягового двигателя позволяет на этом поезде обойтись четырьмя, а не шестью моторными осями.

TGV-A оборудован электрическим тормозом, независящим от контактной сети, ведь синхронный тяговый двигатель в генераторном режиме возбуждается от батареи, а тормозная мощность гасится на сопротивлениях. Для вагонов этого состава разработаны дисковые тормоза, обеспечивающие тормозное усилие, на семьдесят процентов превышающее достигнутое на TGV.

Так как пассажироемкость поезда TGV-A выше, чем TGV, на нем получено значительное снижение расхода энергии на пассажиро-километр. Эта экономия во многом достигнута благодаря улучшению аэродинамики. Расчеты показывают, что издержки на содержание поездов TGV-A из расчета на один пассажиро-километр также меньше на двадцать процентов».

На первом этапе Национальное общество французских железных дорог (НОФЖД) построило линию TGV-Юго-Восток, в которую вошли магистраль Париж – Лион и примыкающие к ней участки Юго-Восточного региона. При создании этой линии проектировщики и строители придерживались двух принципов. С одной стороны, скоростная линия должна органически сливаться с существующими железными дорогами, то есть их подвижной состав и скоростные экспрессы могут беспрепятственно переходить со скоростной магистрали на примыкающие участки и обратно. С другой – предусмотрена строгая специализация скоростных линий на перевозку пассажиров.

Естественно, при движении экспрессов по обычным линиям скорость их ограничивается техническими обустройствами этих магистралей. Такое решение позволило в полной мере использовать существующие станционные сооружения, вокзалы и не создавать для скоростных линий новую

инфраструктуру. Кроме того, способность скоростных поездов продолжать движение по обычным стальным транспортным артериям позволяет обеспечить беспересадочную доставку пассажиров на многочисленные станции, расположенные на ответвлениях высокоскоростных линий.

Разделение грузового и пассажирского движения повышает эффективность перевозок за счет увеличения частоты следования поездов на специализированных участках. Это наиболее оптимальный вариант с точки зрения обеспечения безопасности движения. К тому же при строительстве линий, специализированных только на скоростное пассажирское движение, можно наиболее полно и экономично решить проблемы реализации высоких скоростей.

Французский опыт показывает, что скоростные линии довольно эффективно можно использовать и для продвижения скоростных почтовых, а также рефрижераторных составов.

Высокоскоростная линия TGV-Юго-Восток проектировалась для скорости движения до 300 километров в час – с резервом на будущее. К 1990-м годам пассажирские поезда курсировали здесь с максимальной скоростью 270 километров в час, а коммерческая скорость в сообщении Париж – Лион достигла 213 километров в час, что позволило сократить время хода экспрессов в среднем на 1 час 50 минут. Опыт эксплуатации магистрали связывающей Париж с регионом, где проживает около сорока процентов населения страны, показал ее эффективность.

Надежной оказалась и линия TGV: на миллион километров пробега всего 1,7 остановок поездов из-за неисправности оборудования. Столь высокие показатели работоспособности подвижного состава обеспечиваются четко действующей службой профилактического ремонта. Высокоскоростные поезда регулярно проходят технический осмотр.

В 1989 году началась эксплуатация западной ветви TGV Атлантической линии высокоскоростной железной дороги Париж – Ле-Ман. На год позже было открыто движение высокоскоростных поездов на юго-западной ветви этой линии до города Тур.

В Париже большая часть линии проложена в крытых галереях. Это позволило повысить безопасность. Вдоль магистрали устроены пешеходные и велосипедные дорожки, разбиты цветники и газоны. В густонаселенной местности для снижения уровня шума и вибрации вдоль линии устанавливаются защитные барьеры и экраны. Для прохода через линию диких животных устроено десять специальных переходов, засеянных травой.

В рамках дальнейшего развития сети западноевропейских скоростных железных дорог во Франции был построен TGV-Север для связи с Лондоном, через тоннель под проливом Ла-Манш, с Бельгией, Нидерландами и ФРГ. Кроме того, были соединены все три линии TGV.

Высокоскоростные поезда создали Германия, Италия, Япония, США, Австралия. В России же подобный поезд «Сокол» (ВСМ250) находится лишь в

стадии опытной эксплуатации.

Предполагается, что его масса составит 712 тонн. «Сокол» будет состоять из четырех моторных вагонов, вагонов с преобразователями, прицепных и концевых – всего 12. Общее число пассажиров – 712. Конструкционная скорость – 250 километров час.

Магнитопланы

Магнитоплан – серьезная попытка составить конкуренцию авиации. При всей скорости самолетов, аэродромы обычно строят далеко от центра, так что на дорогу до них надо потратить еще 1,5-2 часа. В то же время железнодорожные вокзалы расположены гораздо удобнее. Конечно, сконструировать обычный поезд, способный состязаться с самолетом, непросто. Хотя бы потому, что при скорости 500 километров в час центробежные силы угрожают разорвать колеса. Выход один – отказаться от колес.

Основоположник космонавтики Константин Эдуардович Циолковский еще в 1927 году предложил построить поезд на воздушной подушке. Прошло много лет, пока в 1960-е годы реализовать эту идею пробовали французские инженеры. Однако попытка оказалась неудачной. Экспериментальный вагон с сумасшедшей скоростью носился по бетонному желобу, оглашая при этом окрестности диким ревом двух авиационных двигателей, Один из двигателей создавал воздушную подушку, второй же «отвечал» за горизонтальную тягу. Зная жесткие требования в Европе к экологии, можно догадаться, что даже одного шума было достаточно для того, чтобы поставить крест на проекте. По той же причине, кстати, так и не нашли применения локомотивы с турбореактивными двигателями и даже со значительно более тихими газотурбинными.

Создать воздушную подушку могут мощные компрессоры, но где для их работы найти соответствующие двигатели. Дизели потребляют слишком много топлива. Нет пока автономных электродвигателей, пригодных для установки на транспортные машины такого класса.

К счастью, нашелся еще один путь и, по-видимому, оптимальный: «подвесить» поезд над (или под) рельсами. Такое решение нашел немецкий инженер Герман Кемпер в 1934 году. Он назвал свое изобретение магнитной подвеской. Работа подвески Кемпера основана на известном всем принципе – одноименные полюса магнитов отталкиваются.

Самый простой вариант реализации идеи – выложить как путь, так и днище поезда постоянными магнитами с соответствующей ориентацией полюсов. Тягу же будет создавать линейный электродвигатель. Такой двигатель имеет своеобразные ротор и статор. В отличие от обычного электромотора, где они свернуты в кольца, здесь они растянуты в полосы. Включаясь поочередно,

обмотки статора создают бегущее магнитное поле. Укрепленный на локомотиве статор втягивается в это поле и движет весь состав.

Однако подобная магистраль с постоянными магнитами стоит дорого, да и их подъемная сила мала. Напрашивается другой вариант – использовать на составе и на рельсах электромагниты. Но опять же держать все время под напряжением путевые обмотки нерационально. Значит, надо подавать питание только в те катушки, над которыми в данный момент находится поезд. Достаточно сильное магнитное поле состава будет проводить ток в путевых обмотках. В свою очередь, они создадут магнитное поле.

Другой способ решения проблемы – покрыть путь сплавом с малым электрическим сопротивлением. В сплаве возникнут индукционные токи, вполне достаточные для создания сильного магнитного поля.

Работы по созданию магнитопланов ведутся уже не одно десятилетие в Германии, США, Японии и России. В Советском Союзе к началу 1980-х появился опытный линейный участок пути и экспериментальный вагон. Однако дальше эксперимента дело не пошло. Так остались в проектах идеи связать при помощи магнитоплана московские аэропорты Шереметьево и Домодедово с Центральным аэровокзалом, как и трасса от Еревана до курортной зоны на берегу озера Севан.

Наибольших успехов достигли немцы и японцы. Немецкие фирмы «Хеншель» и «Тиссен» занимались реализацией программы «Трансрапид». Уже к середине 1980-х была построена опытная трасса с линейным и двумя кольцевыми участками. На ней испытали поезд, достигший скорости 500 километров час. Кроме того, были опробованы конструкции пути, стрелочные переходы, станционные сооружения, системы безопасности. Рассматривались два варианта поездов в зависимости от дальности следования и предполагаемых маршрутов. Для сообщения городов с аэропортами требуются двухвагонные на 164 человека, а для междугородных поездок более вместительные десятивагонные на 820 человек.

Создатели «Трансрапида» удивили простой и в то же время неожиданной схемой магнитной подвески. Немецкие конструкторы нашли парадоксальное решение: они использовали не отталкивание одноименных полюсов, а притягивание разноименных. Подвесить груз над магнитом несложно, и эта система будет устойчива. Разместить же груз под магнитом практически невозможно. Ситуация в корне меняется, если использовать управляемый электромагнит. Бдительная система контроля сохраняет величину зазора между магнитами постоянной – в несколько миллиметров. Стоит зазору измениться, и система оперативно реагирует. При увеличении зазора она повышает силу тока в несущих магнитах и таким образом «подтягивает» вагон, а при уменьшении – понижает силу тока, и зазор увеличивается.

Надо отметить серьезные преимущества схемы. Путевые магнитные элементы защищены от погодных воздействий, к тому же их поле существенно слабее за счет на порядок меньшего зазора между путем и составом. Значит,

требуются токи гораздо меньшей силы. В итоге поезд такой конструкции оказывается гораздо более экономичным.

Несущие магниты питаются от бортовых аккумуляторов, подзаряжающихся на каждой станции. Ток на линейный электродвигатель подается только на том участке, по которому идет поезд.

Но при всех успехах Германии самые быстрые поезда ходят, вернее летают, в Японии. Их иногда называют «маглевами» (от сокращения и слияния двух слов – magnetic levitation) Эти поезда, не касающиеся рельсов, по-прежнему являются одним из самых эффективных видов наземного общественного транспорта в Японии. Абсолютный рекорд, установленный «маглевом», – 531 километр в час для поезда, управляемого вручную, и 550 километров в час для поезда, ведомого автопилотом. Все испытания поездов на магнитной подушке проводятся на специальной трассе, построчной в префектуре Яманаси в 1997 году.

Метрополитен

Первая подземная дорога появилась в Лондоне. Ее открытие состоялось 10 января 1863 года. Длина линии достигала всего 6 километров, а объем перевозок за день составлял лишь 26000 человек. Пассажирский поезд вел локомотив, работающий на паре. От сжигания угольного топлива образовывалось много дыма и сажи. При прохождении тоннеля двери вагона должны были быть закрытыми, о чем напоминало объявление: «Проезд тоннелем в открытом вагоне смертельно опасен». Так было до 1906 года, когда участок подземки электрифицировали.

После лондонского опыта метростроительство получило развитие в других американских и европейских городах. В 1868 году была построена первая линия в Нью-Йорке, затем в Чикаго, Бостоне, в 1896 году появилось метро в Будапеште и Глазго. В Париже первая линия метро стала действовать в 1900 году.

Попытки создания метрополитена в Москве относятся к началу XX века. В 1902 году Московская городская дума в присутствии репортеров газет заслушала сообщение инженера Балинского о «Постройке внеуличной железной дороги в Москве», в котором автор проекта изложил преимущество нового вида транспорта – метрополитена и доходность мероприятия для вкладчиков средств в создание «внеуличной железной дороги». Решение думы было кратким: «Господину Балинскому в его домогательствах отказать». Так была похоронена инженерная идея, воплотиться в жизнь которой было суждено лишь при Советской власти.

Развитию отечественного метростроительства положил начало Московский метрополитен, первые линии которого вступили в строй в 1935 году. Первые линии Кировско-Фрунзенская от станции «Сокольники» до станции «ЦПКиО

имени Горького» и «Арбатская» от «Охотного ряда» до «Смоленской» имели общую протяженность только 11,4 километра и 13 станций. Линии метрополитена строятся трех типов: глубокого, мелкого заложения и наземного, что соответствует способам их прокладки – закрытому (тоннельному) и открытому. Каждый способ прокладки линии имеет свою технологию.

Строительство метрополитена закрытым способом ведется на участках со сложной градостроительной ситуацией, когда на трассе будущей линии находятся плотная ценная застройка, крупные инженерные сооружения. На свободных территориях в периферийных осваиваемых зонах города линии метрополитена строятся чаще мелкого заложения или открытым способом. Примером последних могут служить Филевская линия в Москве и Дарницкая в Киеве.

Стоимость строительства метрополитена открытым способом значительно ниже, чем закрытым, что во многом объясняется различной технологией работ. При открытом способе котлованы для тоннелей роют непосредственно с поверхности земли. При закрытом – первоначально необходимо пройти вертикальную выработку грунта на глубину заложения будущего тоннеля, то есть соорудить шахтный ствол.

Для проходки стволов применяются специальные бурильные установки. Первые полностью автоматизированные шахтные бурильные установки стала выпускать японская фирма «Тоё когё» в 1970-е годы. Система автоматического управления таких установок позволяет проводить весь цикл обуривания забоя без участия человека по программе, подготовленной заранее и введенной в ее компьютер в виде перфоленты. Это напоминает операцию на станках с числовым программным управлением. Объем памяти компьютера достаточно велик, что позволяет вводить в нее программы с множеством данных. Переход от одного режима работы к другому осуществляется нажатием кнопки на пульте управления установки.

Для проходки тоннелей метрополитена используется чаще всего щитовой метод. Применение проходческого щита, представляющего собой горизонтальный стальной цилиндр, по контуру которого укреплены домкраты, позволяет избежать осадки расположенных на поверхности строений при выемке грунта из тоннеля. Внутри такого щита строится обделка тоннеля, то есть его покрытие, постоянная крепь. Она выполняется либо из сборных чугунных элементов (тюбингов), применяемых в водоносных грунтах, либо из железобетонных – для сухих грунтов. Элементы обделки имеют вид колец различного диаметра: для станций метро – 8,5 метра, для перегонных тоннелей между станциями – 5,5 метра.

Иногда обделку тоннелей устраивают из монолитного бетона, используя для этого специальные бетононасосы. Редкое в практике сооружение такой обделки объясняется необходимостью сушки в течение продолжительного времени до полного твердения бетона. Щитовые методы – экологически

чистый способ возведения метро. Поэтому продолжается совершенствование применяемого для проходки оборудования – повышение надежности экскаваторных щитов, использование агрегатов роторного типа и оборудования со скользящей опалубкой, модульного щитового оборудования и средств автоматического управления.

Тоннельные сооружения, предназначенные для длительной эксплуатации, подвергаются воздействию грунтовых вод, способных вызвать коррозию металлических конструкций. Коррозия опасна еще тем, что вызывает в тоннелях при движении электропоездов блуждающие токи, усиливающие начавшийся процесс разрушения. Поэтому метростроители уделяют серьезное внимание совершенствованию технологии сооружения тоннелей и повышению гидроизоляционных качеств обделочных материалов – бетона и др. Устранению излишней влажности воздуха в тоннелях и на станциях служит также усиленная искусственная вентиляция.

При строительстве станций, наиболее сложных сооружений метрополитена, выполняется наибольший объем работ, требующий участия многих специалистов – от монтажников, электриков до архитекторов, дизайнеров. Особенно трудоемки отделочные работы, требующие не только мастерства строителей, но и использования разнообразных природных и искусственных материалов, в частности, улучшающих качество гидроизоляции, особенно на линиях, сооружаемых открытым способом.

Московским метростроителям впервые удалось применить полимерные материалы – потолок станции «Чеховская». На отечественных метрополитенах разработаны и внедряются современные машины и механизмы для выполнения ремонтных и профилактических работ по содержанию путевого хозяйства, электромеханических устройств, действуют поточные линии, диагностические комплексы для ремонта подвижного состава и др. Широко внедряется автоматизация производства: телемеханика для управления и контроля за эксплуатацией устройств электроснабжения, электромеханических установок и эскалаторов.

Современный метрополитен – сложный комплекс технических систем, работающих слаженно, четко и быстро. Днем поезда следуют через 3-5 минут. В час пик интервал в движении может сокращаться до минуты. У машиниста каждого состава есть график, в котором с точностью до секунды указано время прибытия на станцию и время отправления. График сверяют с интервальными и календарными часами. Интервальные часы показывают, не опаздывает ли предыдущий поезд, а календарные – вовремя ли следует данный состав.

Скорость движения поездов регулирует автоматическая система, которая контролирует и действия машиниста. Так, при подъезде к станции автоматически включается торможение. Машинист обязан нажатием кнопки его выключить и вести поезд вручную: вдоль перрона стоят люди, и в случае необходимости автоматика не среагирует. Если же не нажать кнопку, состав

остановится.

Метро проветривают через вытяжные шахты. Поезд в туннеле действует как поршень, выталкивая воздух через шахту, находящуюся впереди, и засасывая его из той, которую уже миновал. Однако на некоторых участках с интенсивным движением из-за работы моторов и тормозов порой настолько поднимается температура воздуха, что приходится нагнетать либо откачивать воздух дополнительно. За микроклиматом на разных участках линии наблюдает специальная система. Данные поступают в центральную диспетчерскую, которая и дает команды на включение мощных воздушных насосов.

Эта диспетчерская – «мозговой центр» метро. Она связывается со службами подземного хозяйства: по радио – с машинистами и локомотивными бригадами, по селекторной связи – с дежурными по станциям. Компьютеры следят за тем, чтобы вся система работала слаженно, соблюдались интервалы в движении поездов и не возникало чрезвычайных ситуаций.

Если центральная диспетчерская – «мозг» метрополитена, то его «кровеносная система» – энергоснабжение. Для большей надежности электрический ток подают от двух независимых подстанций: если одна выйдет из строя, автоматически подключится другая. Кроме того, для аварийного освещения предусмотрены аккумуляторные батареи.

За годы, минувшие после пуска московского метро, сменилось четыре основных типа и несколько модификаций вагонов. Сейчас появилась новая модель – высокоскоростная, комфортабельная и ультрасовременная «Яуза». Эта модель мирового класса с великолепным современным дизайном готовится к выпуску Мытищинским машиностроительным заводом. «Яуза» – первый в истории российского метростроения вагон из модульных конструкций. Его разработка началась еще в конце 1980-х годов. Ведущие дизайнеры проекта – Ю.Г. Бусыгин, Н.И. Кузнецов, В.М. Обухов и Н.В. Усольцев.

О новом поезде рассказывает главный технолог ЗАО «Метровагонмаш» Сергей Викторович Безрукавный:

«В конструкции учтены все требования, предъявляемые к современному подвижному составу, особенно требования безопасности. Во-первых, кузов „Яузы" стальной – и пусть нас не соблазняют никакими алюминиевыми сплавами, это опасно! Конечно, они дают экономию веса, но при пожаре, особенно когда его не удается быстро потушить, от алюминия ничего не остается. Вы, конечно, знаете о прошлогоднем ЧП в туннеле под Ла-Маншем: загорелся скоростной поезд… Алюминиевые вагоны не то что „потекли" – сгорели!

Поскольку мы отказались от алюминия, сбавлять массу тары – кузова плюс тележек – пришлось другими способами. Мы изготовили кузов «Яузы» из высокопрочной нержавейки с применением прецизионной сварки – что позволило сэкономить около 1,2 тонны. Алюминий дал бы 3, но…

Теперь о других аспектах безопасности. Система управления полностью

автоматизирована. В кабине машиниста установлен бортовой компьютер, в который заложены две программы: одна задает график движения, другая следит за точностью его соблюдения. Если на каком-то участке машинист превысил скорость, вторая программа дает команду на автоматическое торможение…

…В каждом вагоне размещены температурные и дымовые датчики – компьютер реагирует на их сигналы и приводит в действие автоматическую систему пожаротушения. Последнее осуществляется двумя способами: в аппаратном отсеке и везде, где нет людей, – газом специального состава, а в салоне особые колбы выбрызгивают в воздух водяное облако. И никаких огнетушителей!

…Еще одно новшество – бортовая система сигнализации. В старых вагонах на приборном щите есть группа лампочек технической диагностики: что-то не сработало – загорается соответствующая лампочка, и машинист знает, что случилось. В «Яузе» по-другому: имеется лишь одна лампочка, при любой неполадке ярко вспыхивающая красным светом – для машиниста этот сигнал означает, что надо глянуть на дисплей компьютера, а там уж все выведено открытым текстом – где, что и почему. Преимущества такой системы очевидны».

У кузова «Яузы» нетрадиционное сечение. Оно не прямоугольное – есть радиусная часть, позволившая более рационально вписать вагон в туннель круглого сечения и увеличить вместимость на 30 человек. Аэродинамические испытания показали снижение лобового сопротивления на 20 процентов.

Практическая скорость поезда – 48 километров в час. Сейчас, к примеру, она едва достигает 41. Ходовая часть вагона – с пневматической подвеской, подстраивающаяся к мгновенным значениям нагрузки.

Немаловажный фактор – экономия электроэнергии. В «Яузе» применили систему рекуперативного торможения – с высвобождением «лишней» энергии в генераторном режиме тяговых двигателей.

В кабине просторно, приборная доска выполнена эргономично, установлен кондиционер. Освещение в салоне «Яузы» более щедрое и в то же время более мягкое, нежели в старых вагонах. Применена система принудительной вентиляции.

Подземные и надземные вестибюли метрополитена обогатили архитектуру многих городов мира. Но московский метрополитен имеет уникальные по архитектурно-художественному облику станции. Не случайно взяты под охрану государства как памятники архитектуры три лучшие станции первых линий: «Красные ворота», «Маяковская», «Кропоткинская». Каждая станция московского метро имеет свой индивидуальный образ, а совокупность станций образовала неповторимый архитектурный ансамбль. В отделке колонн, пилонов, лестниц широко применены мрамор, гранит, металлы, керамика, стекло.

В Париже уделяется особое внимание архитектурной выразительности

станций метрополитенов, экспресс-метрополитенов, синтезированию в оформлении наземной и подземной инфраструктуры. Входы в наземные и подземные сооружения обозначаются четкой маркировкой направления движения пассажиров. С целью привлечения пассажиров в парижском метро используются произведения искусства. Так, на станции «Лувр» была выставлена скульптура египетского фараона из запасников всемирно известного музея.

Японские архитекторы, проектируя пересадочную станцию «Умеда» в городе Осака, ввели внутрь здания с помощью специальных гидротехнических сооружений небольшую речку, которая создает на каждом этаже оригинальные водные поверхности и каскады, а световые эффекты и зеленые насаждения придают большую привлекательность интерьерам здания.

Современный легковой автомобиль

Официальная слава изобретателей автомобиля принадлежит двум немецким инженерам – Бенцу и Даймлеру. Бенц конструировал двухтактные газовые двигатели и являлся хозяином небольшого завода по их производству. Двигатели имели хороший спрос, и предприятие Бенца процветало. Мечтой Бенца было создание самодвижущегося экипажа с двигателем внутреннего сгорания. Собственный двигатель Бенца, как и четырехтактный двигатель Отто, для этого не годился, поскольку они имели малую скорость хода.

Конструкцию машины и двигателя к ней Бенц создавал и продумывал в течение двадцати лет. Наконец ему удалось собрать подходящий четырехтактный одноцилиндровый двигатель мощностью 0,75 лошадиных сил. В качестве горючего Бенц использовал бензин, зажигание горючей смеси осуществлялось при помощи электрической искры, а источником питания служила батарея, с которой ток подавался на индукционную катушку Румкорфа. Для получения горючей смеси Бенц создал один из первых в истории карбюраторов. Сделанный в «велосипедную эпоху», этот первый автомобиль очень напоминал трехколесный велосипед. Он имел трубчатую раму, тангентные колеса со спицами и цепную передачу и развивал скорость до 13 километров в час.

Одновременно с Бенцем приступил к выпуску автомобилей Даймлер. В 1883 году он изготовил свой первый бензиновый двигатель, который предполагал использовать для транспорта. Так же как и Бенц, Даймлер считал показательной чертой «транспортного» двигателя значительную частоту вращения его вала, обеспечиваемую интенсивным воспламенением горючей смеси. Уже первые двигатели Даймлера имели частоту вращения до 900 оборотов в минуту, то есть в 4-5 раз больше, чем у стационарных газовых двигателей Отто. Рассчитаны они были исключительно на жидкое топливо – бензин или керосин. Зажигание, как и в стационарных двигателях,

происходило запальной трубкой. Благодаря большой частоте вращения «транспортные» двигатели оказались гораздо меньше и легче стационарных. Чтобы защитить двигатели от пыли и грязи, их окружали специальными кожухами. Предусматривались водяная рубашка охлаждения и пластинчатый радиатор. Для пуска двигателя служила рукоятка.

В 1885 году Даймлер поставил свой бензиновый двигатель на велосипед, а в 1886 году – на четырехколесный экипаж. В 1889 году эта машина экспонировалась на выставке в Париже, где французские фабриканты Панар, Левассор и Пежо купили лицензии на двигатель Даймлера. Эта сделка оказалась очень важной для истории автомобилестроения.

В 1890 году Даймлер, объединившись с богатым предпринимателем Дуттен-Хофнером, создал акционерную компанию «Даймлер Моторен». В 1891 году он выпустил первый четырехцилиндровый автомобильный двигатель. Дела фирмы сначала не ладились, но потом быстро пошли в гору. Новая эра в истории автомобиля началась в 1901 году, когда фирмой «Даймлер Моторен» был выпущен первый «Мерседес».

Первый «мерседес» имел уже все черты современного автомобиля: раму из прессованных стальных профилей, сотовый бронзовый радиатор, настоящую коробку передач и четырехцилиндровый двигатель мощностью 35 лошадиных сил, позволявший развивать скорость в 70 километров в час. Эта красивая, элегантная и надежная машина имела невероятный успех. Она выиграла множество гонок и породила массу подражаний. Можно сказать, что с появлением первого «Мерседеса» закончилось детство автомобиля и началось стремительное развитие автомобильной промышленности.

Сегодня существует великое множество разных легковых автомобилей, отличающихся по назначению, характеру работы, конструкции. И в то же время у них есть много общего.

По компоновке – так называют взаимное расположение в автомобиле важнейших агрегатов и узлов – различают четыре вида легковых моделей. При классической компоновке двигатель находится впереди, а ведущие колеса сзади. В случае заднемоторной компоновки двигатель объединен в блок с коробкой передач и главной передачей и размещен в хвостовой части автомобиля. И здесь задние колеса ведущие.

В последнее время легковые автомобили чаще выпускаются с передними ведущими колесами. Это облегчает передачу. Конструкция с передним приводом и дешевле в изготовлении. Кроме того, она делает автомобиль более безопасным. При задних ведущих колесах сила тяги (толкающее усилие) на поворотах направлена по касательной к траектории движения машины и стремится сместить заднюю часть автомобиля наружу относительно дуги поворота. А сила тяги передних ведущих колес постоянно направлена по ходу машины и «тащит» ее по выбранному пути.

Полноприводная компоновка предусматривает размещение двигателя в носовой части машины. Ведущими служат все четыре колеса. Эта компоновка

применяется сейчас не только на внедорожных автомобилях повышенной проходимости, но и на обычных моделях.

Основой автомобиля является кузов, в нем размещаются пассажиры и поклажа. Большинство современных легковых автомобилей не имеет рамы, их агрегаты, включая подвеску колес, крепятся к кузову. В нужных местах он усилен и воспринимает все нагрузки. Потому кузов и называется несущим.

Наиболее распространены кузова типа «седан» – закрытые, с двумя или четырьмя дверями и отдельным багажником. В конце 1960-х годов вошел в обиход кузов типа «хэтчбек». Сложив задние сиденья, машину легко превратить в грузовой фургон. Универсал чаще всего бывает пятидверным, но он заметно вместительнее. Пятая дверь у универсала и хэтчбека находится в задней стенке кузова. Менее распространены автомобили с кузовами типа «кабриолет». По желанию водителя их матерчатый тент с дугами складывается или поднимается гидравлическим устройством. С кузовами типа «кабриолет» нередко выпускаются спортивные модели. До сих пор популярен лимузин. Позади спинок передних сидений обязательно есть подъемная стеклянная перегородка. Такие кузова можно видеть на представительских моделях.

В последние годы несущие кузова делают из стали, покрытой с обеих сторон слоем цинка. Такой кузов хорошо противостоит ржавлению и служит десять лет и более.

Именно в кузове находится все то, что определяет комфорт автомобиля: удобные сиденья с механизмами для их регулировки, стеклоподъемники и замки в дверях (часто с электроприводом), сложная система отопления и вентиляции, порой дополненная кондиционером, не говоря уже о различных аудиосистемах.

На панели приборов находятся разнообразные кнопки, тумблеры, переключатели, рычажки для управления системами автомобиля. В кузове монтируются хитроумные противоугонные устройства, открывающийся люк в крыше и т д.

Конструкция кузова должна обеспечить максимальную защиту пассажирам. Поэтому на стендах проводятся многократные испытания, чтобы минимизировать возможность при аварии получить травмы от ударов о детали интерьера, рулевую колонку, стойки кузова, вылететь в распахнувшиеся двери или разбитые окна. Ремни безопасности удерживают водителя и пассажиров на своих местах, а надувные подушки безопасности предохраняют голову, плечи, корпус от ударов. Замки в дверях сконструированы таким образом, что не дать им распахнуться при ударе. Встроенные же внутрь дверей брусья защищают при боковом ударе.

Двигатель – сердце автомобиля. Двигатели внутреннего сгорания, работающие на бензине, продолжают оставаться самыми распространенными. Бензин в них распыляется карбюратором или системой впрыска топлива. Затем он смешивается с воздухом в определенной пропорции и поступает в

цилиндры двигателя. Там смесь мгновенно сгорает, а химическая энергия преобразуется в механическую.

В основном используются четырехтактные двигатели. Здесь полный рабочий цикл в цилиндре осуществляется за четыре хода (такта) поршня вверх-вниз. Сначала цилиндр заполняется горючей смесью через имеющиеся в нем клапаны, потом происходит сжатие смеси, затем она взрывается, и наконец, цилиндр освобождается от продуктов сгорания.

Обычно топливо распыляется в карбюраторе благодаря разрежению во впускных каналах цилиндров. Но теперь все чаще для образования рабочей смеси топливо распыляют под давлением.

Все чаще используется и система турбонаддува. Воздух в цилиндры нагнетает центробежный насос, на работу которого затрачивается часть мощности двигателя. В системе турбонаддува эти затраты исключены благодаря использованию энергии отработавших газов. Они вращают миниатюрную газовую турбину, от которой и работает насос.

Автомобильные двигатели нередко приспосабливают и для работы на природном газе, более экологически чистом топливе. Но пока бензин остается основным видом горючего.

Наряду с бензиновыми двигателями внутреннего сгорания широкое распространение получили дизельные двигатели. В них топливо, впрыскиваемое в цилиндры, воспламеняется воздухом, сильно нагревающимся до восьмисот градусов при сжатии. Дизельное топливо – соляровое масло, газойль – дешевле, чем бензин. Но сами машины дороже, поскольку дизель гораздо сложнее и более металлоемок. Затраты на него окупаются, когда ежегодный пробег очень велик. Вот почему дизели чаще используются на грузовиках и автобусах.

Топливный насос – немаловажная и довольно надежная часть автомобильной системы подачи топлива, которая включает в себя топливный бак, топливопроводы, фильтр тонкой очистки, сам бензонасос, карбюратор, воздушный фильтр, указатели и датчики уровня топлива.

Топливный насос служит для нагнетания прошедшего очистку бензина в карбюратор, откуда он попадает в блок цилиндров. Бензонасос диафрагменного типа приводится в действие эксцентриком вала привода масляного насоса.

В конце 1930-х годов появились коробки передач, которые переключаются автоматически, реагируя на изменение работы двигателя. В таких коробках передач нет привычных шестеренок. Их основа – гидротрансформатор, или гидромеханическая трансмиссия. Автомобильный мотор вращает насос, подающий масло на турбину, а она связана с колесами. Когда машина быстро едет по ровной дороге, масло течет под малым давлением с большой скоростью. Если автомобиль медленно взбирается в гору или преодолевает препятствие, то масло течет под большим давлением с малой скоростью.

Часто рулевое управление автомобиля снабжено гидравлическим, реже –

электрическим усилителем руля. Вместе с тем при высокой скорости помощь водителю со стороны усилителя может оказаться вредной. Ведь водителю надо быстро, без задержек управлять машиной. Поэтому появились усилители руля прогрессивного действия – чем выше скорость, тем меньше их помощь.

В современном автомобиле уже почти нет узлов и систем, которые обходились бы без электроники. Так, специальное устройство – круиз-контроль – позволяет машине, словно авиалайнеру, работающему на автопилоте, двигаться с заданной скоростью без участия водителя. Датчик дождя, распознав его первые признаки, сам включает стеклоочиститель. Щетки работают тем быстрее, чем сильнее дождь.

Не удивишь теперь и бортовым компьютером. Цифры и слова на дисплее сообщат водителю, каков в данный момент расход топлива и на сколько километров хватит его запаса в бензобаке. Компьютер поможет выбрать кратчайший путь до пункта назначения. Тот же бортовой компьютер информирует о неполадках в машине, о приближении срока техобслуживания.

Электропитание автомобиля обеспечивает аккумулятор. По современным технологиям батарея аккумулятора вмонтирована в пластмассовый корпус. Крышка аккумулятора герметически приклеена к корпусу, что является гарантией против вытекания электролита во время эксплуатации. И корпус батареи, и общая сварная крышка с колпачками изготавливаются из высококачественного и кислотоустойчивого полипропилена.

Сухозаряженные аккумуляторы могут обладать высокой степенью сухой зарядки батареи благодаря специальной пропитке заряженных пластин. Это гарантирует использование аккумулятора уже через 30-40 минут после того, как залит электролит.

Каждая свинцовая пластина современной аккумуляторной батареи заключена в специальный «конверт». При эксплуатации автомобиля, а значит, и аккумулятора, в жестких условиях начинается разрушение заряженных пластин. При использовании «конверта» осадок не попадет на дно корпуса и не вызовет короткого замыкания и выхода аккумулятора из строя.

Применение новых технологий позволило повысить емкость и разрядный ток аккумулятора, что, в свою очередь, повышает качество эксплуатации автомобиля, особенно в наших климатических условиях. При этом размеры аккумуляторных батарей остались прежние.

Конечно, не бывает машины без тормозов. Принципиальная схема рабочей тормозной системы легкового автомобиля включает в себя две подсистемы – передние и задние тормозные механизмы и тормозной привод. В любом автомобиле имеются эти узлы, но конструктивно они могут быть решены по-разному, то есть с включением дополнительных агрегатов, улучшающих тормозную динамику автомобиля.

Они бывают барабанного и дискового типа. На большинстве автомобилей спереди стоят тормозные механизмы дискового типа, а сзади барабанного. На автомобилях представительского класса и спортивных дисковые тормоза

ставятся спереди и сзади.

Тормозной механизм барабанного типа представляет собой пару тормозных колодок, смонтированных внутри тормозного барабана, вращающегося вместе со ступицей. Колодки закреплены на неподвижном тормозном щите, опираются на пальцы и стянуты пружиной. К поверхности колонок, обращенной к барабану, приклеены фрикционные накладки. При торможении колодки раздвигаются поршнями тормозного цилиндра (или тормозным кулаком, или рычагом, при механическом тормозном приводе, что теперь встречается только в стояночной тормозной системе) до соприкосновения с барабаном, причем крепление колодок обеспечивает их свободную самоустановку относительно барабана. После прекращения торможения колодки возвращаются в исходное положение пружиной.

Тормозной механизм дискового типа представляет собой чугунный тормозной диск, закрепленный на ступице колеса. С двух сторон этого диска помещены плоские тормозные колодки с фрикционными накладками, прижатие которых к диску осуществляется за счет тормозных цилиндров, одного или нескольких.

Конструкция дисковых тормозов может быть с плавающей скобой или неподвижной скобой. Цилиндры закреплены на суппорте, жестко связаны с основанием ступицы. При торможении поршни прижимают колодки к диску с двух сторон. После прекращения торможения поршни возвращаются в исходное положение за счет упругости уплотнительных колец из упругой резины, находящихся между поршнем и цилиндром. Накладки же разжимаются за счет микробиений диска. Зазор между диском и накладками поддерживается автоматически.

Так как в процессе торможения из-за трения выделяется большое количество тепла, то на многих машинах применяются вентилируемые тормозные диски, то есть конструктивно обеспечено улучшенное охлаждение дисков набегающим потоком воздуха.

Жесткие требования предъявляются к тормозной жидкости, так как она работает в тяжелых условиях. При торможении температура тормозных колодок может достигать 600 градусов, а тормозная жидкость в рабочих цилиндрах нагревается до 150 градусов. При этих температурах не должно происходить изменения химического состава жидкости и она ни в коем случае не должна закипеть, так как наличие газовых пузырьков приводит к отказу тормозов.

Таким образом, температура кипения тормозной жидкости, используемой в легковых автомобилях, должна быть не менее 205 градусов при эксплуатации в обычных условиях и не ниже 230 градусов при эксплуатации в условиях частого торможения (например, при езде в горах). За время эксплуатации температура кипения тормозной жидкости понижается из-за ее высокой гигроскопичности и именно поэтому ее нужно менять не реже одного раза в два года.

Гидравлический привод тормозов включает в себя педаль тормоза в салоне автомобиля, вакуумный усилитель. Вакуумный усилитель уменьшает усилие, прилагаемое к тормозной педали при торможении, и облегчает управление автомобилем. Усиливающий эффект вакуумного усилителя основан на использовании разрежения во впускном коллекторе работающего двигателя. Вся система заполнена тормозной жидкостью и герметична.

В целях безопасности гидравлический привод, как правило, делается двухконтурным, что позволяет сохранить работоспособность одной пары колес при выходе из строя узлов контура, обслуживающего вторую пару. Более безопасным считается диагональное разделение контуров, когда один контур обслуживает одно переднее и одно заднее колесо, расположенные по диагонали. Бывают и другие схемы распределения контуров.

На многих современных автомобилях система привода тормозов включает в себя антиблокировочную систему. Задачей этой системы является предотвращение блокировки колес при торможении, так как, когда колеса идут «юзом», тормозной путь значительно возрастает. Суть ее работы заключается в регулировании величины усилия, передаваемого тормозным приводом на тормозные механизмы. Специальные датчики фиксируют момент блокировки какого-либо колеса, передают информацию об этом в антиблокировочную систему, а она уменьшает усилие, передаваемое на него приводом. Колесо разблокируется, и эффективность торможения не уменьшается.

Колеса присоединяются к кузову или раме с помощью особого механизма – подвески. В последней обязательно есть упругий элемент. Обычно в качестве упругого элемента используется пружина. Другими альтернативами пружины являются пневмоподвеска или гидропневмоподвеска, которые работают на сжатом газе.

Все амортизаторы работают по такому принципу: внутри цилиндра амортизатора находится шток с поршнем, который «ходит» в масле. Масло при работе амортизатора перетекает через специальные отверстия поршня. Это и создает необходимое сопротивление движению штока. Также в амортизаторе должна быть емкость (компенсаторная камера) со сжимаемым газом (воздух или азот). Внутри амортизатора ходит поршень и вытесняет излишки жидкости, заставляя сжиматься газ.

Когда в качестве газа используется воздух, этот амортизатор называют гидравлическим. Недостаток воздуха в том, что он при постоянной тряске «вспенивает масло», а при более сильной тряске могут возникнуть пузырьки низкого давления, что значительно снижает эффективность работы амортизатора.

Вместо воздуха часто используется азот. Иногда его закачивают под низким давлением в несколько атмосфер. Такие амортизаторы называют газонаполненными низкого давления. Но азот под низким давлением не решил кардинально проблему «вспенивания масла» и кавитации (то есть

образование пузырьков низкого давления). Выход был найден, когда французский инженер Де Карбон закачал в компенсаторную камеру азот под давлением более 20 атмосфер и отделил азот от масла прокладкой-поршнем, который не позволяет азоту и маслу контактировать друг с другом. Это сняло проблему вспенивания масла и кавитации. Азот под высоким давлением позволяет клапанам поршня срабатывать бесшумно и быстро, а также создает дополнительное усилие на штоке. Такие амортизаторы работают эффективно и точно.

Газонаполненные амортизаторы не рекомендуется использовать на маленьких машинах, так как дополнительное усиление на кузов, оказываемое такими амортизаторами, вредно для «крошек».

Последнее время появились новые разработки. Например, фирма «Кош» производит амортизаторы с регулировкой жесткости. Самый «навороченный» позволяет это делать непосредственно из салона. Такая «крутизна» ставится на автомобили «Феррари», «Мазерати» и «Порше». Фирма «Sachs» разработала систему автоматического регулирования дорожного просвета (система Nivomat). Смысл ее в том, что когда автомобиль нагружен, то он «проседает» и у него изменяется дорожный просвет (клиренс). Как только автомобиль нагружен, колебания колес при движении приводят в действие насос, встроенный в конструкцию амортизатора. Этот насос уже после нескольких сотен метров езды восстанавливает необходимый дорожный просвет. После разгрузки машины насос автоматически настраивается на старую величину дорожного просвета.

Колеса на автомобиле становятся все легче. При их изготовлении вместо стали начинают использовать алюминиевые сплавы, которые к тому же хорошо отводят тепло от тормозов.

Гидравлические шины на колесах автомобилей в большинстве случаев состоят из кольцевой резиновой камеры, заполняемой сжатым воздухом, и собственно шины, или покрышки. В последнее время часто применяются бескамерные шины. На стыке шины и колеса обеспечивается герметичность, что предотвращает утечку сжатого воздуха.

В условиях русской зимы необходимо использовать зимнюю резину. Она гораздо лучше обеспечивает сцепление с дорогой, уменьшается тормозной путь, автомобиль при большой скорости срывается в занос и т п. Есть два ее вида – простая с зимней покрышкой и ошипованная.

Зимняя резина имеет противоскользящий резиновый состав. Покрышка должна иметь широкие и глубокие канавки между блоками, которые и обеспечивают хорошее сцепление на снегу.

Хорошо расположенные шипы не повторяют следов других шипов, что обеспечивает лучшее сцепление на льду и укатанном снегу. Традиционно шипы делаются из алюминия с твердосплавным сердечником. Обычно сердечник выступает над поверхностью на 0,6-1,2 миллиметра. В новых разработках твердосплавный шип помещен во втулке из высокопрочного

пластика. Это позволяет шипам более прочно сидеть в гнездах.

Производители автомашин постоянно совершенствуют свою продукцию. Все заводы имеют свои зимние полигоны или арендуют их. Обычно эти полигоны располагаются на Севере или в Альпах. Именно там и проводятся испытания новинок, именно там и ищут компромисс между различными характеристиками покрышек. Ведь обычно если улучшается одно из свойств, то это ведет к ухудшению других. Поэтому предприятию очень важно найти «золотую середину».

Сегодня все больше к автомобилю требований по экологии. Сохранить чистоту воздуха помогают каталитические нейтрализаторы, разлагающие вредные примеси в выхлопных газах на безопасные вещества. Для ускорения реакции разложения на внутреннюю поверхность нейтрализатора наносится тончайший слой платины или родия, которые служат катализаторами.

Автомобили на альтернативном топливе

По мнению экспертов, всех известных на Земле запасов нефти хватит человечеству не более чем на пятьдесят лет. Бензин дорожает, и чем только сегодня не пытаются его заменить. И сжиженным природным газом, и всякого рода синтезированными газами и жидкостями, в частности спиртом, который гонят из самого разного сырья от тростника до апельсиновых корок.

Почти все эти виды топлива менее опасны для окружающей среды, чем бензин, но выхлоп автомобиля все равно не делается безвредным.

Кардинально решить проблему загрязнения атмосферы автотранспортом мог бы при определенных условиях электромобиль. Для этого экологически чистыми должны стать не только эксплуатация источника его энергии, но и изготовление этого источника и даже утилизация отходов. Пока же этим требованиям обычно применяемый в электромобилях аккумулятор не отвечает.

«И все же, – как пишет в журнале „Наука и жизнь" К. Климов, – в последние годы электромобиль применяется гораздо шире. Благодаря разработкам крупнейших автомобильных фирм мира недостатки аккумулятора – вес, габариты, необходимость частых подзарядок – несколько уменьшились. Недавно, например, германская фирма BMW продемонстрировала новый электромобиль на основе серно-натриевого аккумулятора. Для разгона этой машины с места до скорости 96 километров в час требуется, по утверждению фирмы, всего 20 секунд, максимальная скорость – 130 километров в час, а пробег между подзарядками достигает 270 километров. Но массового применения в транспорте такой электромобиль не найдет, поскольку рабочая температура серно-натриевого аккумулятора составляет около 350 градусов Цельсия. И сама эта температура, и необходимость поддерживать ее во время работы аккумулятора при помощи специальных подогревателей делают его взрыво– и пожароопасным».

«Электрических» машин на дорогах общего пользования с каждым годом все больше, а сообщения о новых разработках в этой области не сходят со страниц журналов и газет.

До недавнего времени развитие электромобилей сдерживалось низкими параметрами источников тока. Многие годы в этом качестве служила традиционная свинцово-кислотная батарея. Помимо других серьезных недостатков, она ограничивала пробег машины до подзарядки примерно 150 километрами. В результате модернизации батарею удалось облегчить и заменить кислоту в жидком виде на менее опасный гель. И все же прорыва на этом направлении ждать не приходится, плотность «упаковки» энергии и мощность кислотных батарей почти достигли теоретического предела. А вот заменив свинец никелем, удалось создать целую гамму новых аккумуляторов – никель-кадмиевых, никель-водородных и никель-цинковых. Они выгодно отличаются от свинцово-кислотных батарей. Им присущи долговечность, нечувствительность к морозам, возможность быстрой подзарядки. Правда, они подороже, и воду в некоторые типы батарей все же приходится периодически доливать.

Наиболее перспективными на сегодняшний день признаются никель-металлогидридные системы. Именно у них максимальные удельные показатели, да и саморазряд приемлемый: пятьдесят процентов емкости за месяц. С тех пор как эти батареи впервые применили в автомобилестроении, прошло шесть лет. За это время экспериментальные электромобили прошли по дорогам миллионы километров, доказав свою пригодность к эксплуатации при температурах от минус двадцати пяти до плюс пятидесяти градусов.

Вот что пишет журнал «За рулем»: «К очевидным плюсам никель-металлогидридных систем, в первую очередь, можно отнести увеличенный почти вдвое по сравнению со свинцовой кислотной батареей пробег до следующей подзарядки – до 250 километров. А в 1996 году был зафиксирован и рекорд: автомобиль „Солектрия-Санрайз", приводимый в движение только электромотором на никель-металлогидридных батареях, преодолел на „одном дыхании" более 600 километров! Еще одно неоспоримое достоинство – быстрота подзарядки: всего за 10 минут такую батарею можно „заправить" на 80 процентов емкости! В ходе испытаний выяснилось, что никель-металлогидридные системы выдерживают более 80000 циклов зарядки-разрядки, что сопоставимо с пробегом 160000 километров.

Все это покупателю с удовольствием расскажут, например, в автосалонах фирмы «Тойота» в США и тут же предложат прокатиться на новеньком вседорожнике «RAV-4EV». Под полом его спрятаны 24 никель-металлогидридные батареи, питающие электромотор мощностью 67 л с. Этого хватает для достаточно резвого разгона (0-100 км/ч – 18 секунд), а максимальную скорость пришлось ограничить 125 км/ч. Понравилось – «RAV-4EV» можно тут же купить за 42000 долларов. Что-то не устраивает? Не стоит огорчаться – ведь выбор электромобилей «Тойотой» не ограничивается. Тут и

«Хонда-EV Плюс», и «Форд-Рейнджер EV», и «Ниссан-Алтима EV» – список можно продолжать. Европейцам пришлись по душе «Пежо-106 Электрик» и «Ситроен-АХ Электрик», а импонировать модной молодежи призван микромобиль «Бомбардье NV», за который просят едва ли не меньше, чем за некоторые ВАЗы».

Электромобили, кроме всего прочего, дали жизнь новому, чрезвычайно перспективному направлению – так называемым гибридным машинам.

Гибридная схема – это сочетание двигателя, работающего на привычном топливе (бензине или газе, но чаще на солярке), и электромотора. Типичный представитель именно этой группы – «Тойота-Приус» – один из самых успешных с коммерческой точки зрения примеров. В прошлом году этой модели отдали предпочтение более десяти тысяч покупателей, а такое, согласитесь, уже кое-что значит.

В США, дабы стимулировать автоиндустрию к активному поиску новых решений, принят закон, предписывающий каждой фирме к 2003 году иметь в своей программе хотя бы одну модель электромобиля. Иначе – запрет на торговлю.

В числе основных претендентов на титул «главного конкурента двигателям внутреннего сгорания» сегодня называют автомобили с топливными элементами.

Топливный элемент впервые увидел свет в 1839 году, когда английский физик Уильям Грув получил ток в результате электрохимической реакции водорода с кислородом. Тему стали интенсивно разрабатывать в 1960-е и 1970-е годы, когда двигатели с топливными элементами впервые применили в космической промышленности.

Как обычно проходит преобразование химической энергии топлива в электрическую на тепловых электростанциях? Сначала тепловая энергия, выделяющаяся при горении, превращается в кинетическую энергию пара. Затем энергия пара на роторе турбины преобразуется в механическую энергию вращения. И, наконец, в обмотках генератора механическая энергия становится электрической. На каждом этапе неизбежны потери.

В топливном элементе химическая энергия топлива сразу трансформируется в электрическую. Топливный элемент, или электрохимический генератор, – это техническое устройство, где протекает реакция окисления топлива, в ходе которой вырабатывается электроэнергия. Топливом могут служить водород, спирт, аммиак и углеводороды (природный газ, нефть), а окислителем (горение есть реакция окисления) – кислород, азотная кислота и др.

Конструкция топливного элемента проста. Это сосуд с электролитом (водным раствором кислоты или щелочи), двумя пористыми электродами (анодом и катодом, как в аккумуляторной батарее) и трубками для подачи топлива (на анод) и окислителя (на катод). На аноде молекулы водорода распадаются на атомы, которые теряют свои электроны, становятся положительными ионами и уходят в электролит. Потерявший ионы анод приобретает отрицательный

заряд по отношению к другому электроду, и свободные электроны движутся к последнему по внешней цепи. Там они соединяются с атомами кислорода – образуются отрицательные ионы. Последние проходят через электролит и соединяются с положительными ионами водорода. Так возникает замкнутая цепь, по которой идет электрический ток, и топливный элемент становится электрическим генератором. Кроме электроэнергии в нем образуется еще и побочный продукт – дистиллированная вода.

Одиночный топливный элемент создает напряжение около 1,5 В. Чтобы получить более высокое напряжение, элементы последовательно соединяют друг с другом в батареи.

Время непрерывной работы батареи зависит от запасов топлива, окислителя и износа (окисления) материалов электродов и составляет в действующих установках 1000 часов. Поэтому их сейчас используют только для электроснабжения автономных потребителей, таких как глубоководные аппараты или околоземные космические станции.

Сегодня чаще всего применяют водородно-кислородные топливные элементы. Однако значительно более эффективны воздушно-алюминиевые топливные элементы, в которых катодом служит пористая угольно-графитовая пластина с поступающим в него кислородом воздуха, анодом – пластина из алюминиевого сплава. Окисление идет с коэффициентом полезного действия восемьдесят процентов, и «сгоревший» при комнатной температуре килограмм алюминия способен выдать во внешнюю цепь примерно столько энергии, сколько дает килограмм каменного угля, сгорая на воздухе при очень высокой температуре.

«Достоинств у таких источников электроэнергии много: и простота конструкции, и полная безопасность эксплуатации, и хорошие удельные энергетические характеристики, – пишет в своей статье в журнале „Наука и жизнь" К. Климов. – А недостаток, в основном, один – дороговизна анодного материала, которая определяется главным образом энергоемкостью процесса производства. Недостаток этот должен, однако, со временем уменьшаться, а благодаря последним разработкам Института металлургии имени А.А. Байкова Российской академии наук будет, вполне возможно, и вовсе устранен, и притом в самом ближайшем будущем.

Специалисты института разработали новый и весьма эффективный метод так называемых многокомпонентных химических реакций. В специально подобранной среде, обладающей одновременно ионной и электронной проводимостью, возникают при определенной температуре множественные и равномерно распределенные в объеме реактора микроэлектродные (так их называют) электрохимические реакции. С их помощью можно получать в чистом виде многие из известных элементов, в том числе металлы, и в частности – алюминий. Это делают уже сегодня, но пока в лабораторных условиях, а в качестве сырья используют обычную грунтовую глину или любое рудное сырье, содержащее глинозем.

Оксид алюминия (основной компонент глинозема) переводят при помощи хлористого кальция в хлорид алюминия и отправляют в реактор. Туда же поступают и пары металлического натрия, который получают нагреванием соды с углем. Таким образом, в реакторе образуется раствор натрия, перемешанный с расплавом алюминия, и создаются условия для одновременного возникновения множественных окислительно-восстановительных реакций. В результате этих реакций и получается жидкий алюминий. Некоторые из таких реакций идут с выделением тепла, что, разумеется, снижает энергоемкость процесса производства. Само же производство оказывается и проще, и дешевле, чем традиционный электролиз, и к тому же гораздо чище экологически».

Если промышленности удастся освоить новую технологию получения алюминия, то и он, и его сплавы станут намного дешевле. Это позволит решить сразу две задачи. Во-первых, ускорит решение проблемы автомобильного топлива. Во-вторых, кузов автомобиля можно будет производить из легкого и не поддающегося коррозии материала, что приведет к значительному снижению его веса. А снижение веса автомобиля позволит уменьшить энергозатраты при движении.

Воздушно-алюминиевые топливные элементы уже сегодня выпускаются во многих странах, в том числе и в России. Но особый интерес проявили к ним японцы. Они производят их по несколько десятков миллионов в год. Японцы не скрывают намерений в скором времени наладить выпуск электромобилей на алюминии.

Одним из пионеров внедрения этой технологии в автомобилестроение считается фирма «Мерседес-Бенц» (ныне «Даймлер-Крайслер»). В 1994 году на базе фургона ею был построен прототип автомобиля с топливными элементами «Некар-1». Спустя еще два года подобной силовой установкой оснастили пассажирский автомобиль V-класса. Новой ступенью стала премьера «Некара-3», использующего в качестве топлива метанол. Как пишет журнал «За рулем»: «Отличительная особенность этой модели – отсутствие батарей для хранения энергии. Процесс в системе происходит напрямую – при нажатии на педаль акселератора около девяносто процентов максимальной мощности доступно уже спустя менее двух секунд. Как следствие – достойная разгонная динамика машины, вполне сопоставимая с обычными дизельными или бензиновыми моделями. Что касается топлива, то применение метанола не требует каких-либо особых мер безопасности, а процесс заправки автомобиля мало чем отличается от заполнения бака бензином. Кстати, топливный бак „Некар-3" вмещает 38 литров топлива, на котором машина способна преодолеть 400 километров. Этот, казалось бы, уже неплохой результат побил „Некар-4" – следующий и наверняка не последний прототип на пути к массовой продукции.

Помимо концерна «Даймлер-Крайслер», исследования и разработку автомобилей с топливными элементами ведут многие фирмы – «Форд» и

«Вольво», «Ниссан» и «Рено», «Мазда»… И хотя предстоит еще решить массу проблем на пути к серийному выпуску таких машин, по прогнозам «Даймлер-Крайслер», одна только эта компания сможет наладить выпуск от 40 до 100 тысяч штук автомобилей на топливных элементах уже в ближайшие 4-5 лет».

Ги Негр, конструктор «Формулы-1», основал фирму MDI, где занялся созданием нового двигателя – гибридного. В нем в качестве топлива, в частности, может выступать воздух!

Негр решил отказаться от классической схемы, когда все действия происходят в одном цилиндре. У него используется два: один объемом в 270, а другой в 755 кубических сантиметров. Цилиндры соединены клапанами со сферической камерой в 20 кубических сантиметров.

При работе двигателя на бензине в малом цилиндре происходит всасывание и сжатие горючей смеси, которая затем выталкивается в камеру сгорания. Там она поджигается искровым разрядом и сгорает при постоянном объеме (оба клапана камеры закрыты). Затем открывается клапан, ведущий в цилиндр расширения (большой).

У такой схемы ряд преимуществ. Фаза сгорания отделена от расширения и намного продолжительнее, чем в обычном двигателе, поэтому новый мотор может работать на предельно обедненных, медленно горящих смесях, ему не нужен глушитель, а токсичность выхлопа сравнима с обычным городским воздухом.

При работе на сжатом воздухе процессы в двигателе практически не изменяются. Казалось, цель достигнута, но Ги Негр принялся за новый двигатель и новый автомобиль. Он назвал его ТОР – «такси с нулевым загрязнением». Такое название отражает концепцию: в этой машине не будет бензиновой подпитки, только сжатый воздух.

«Еще в проекте автомобиль вызвал огромный интерес не только у специалистов, – сообщает журнал „За рулем“, – но и у власть предержащих. Так, в Мексике парламентская комиссия по транспорту заинтересовалась разработками французских инженеров, и после посещения мексиканцами в 1997 году завода в Бриньоле был подписан контракт о постепенной замене всех 87 тысяч такси Мехико, самой загазованной столицы в мире, машинами с чистым „выдохом“. Собирать „ТОР-модели“ будут на месте – французы построят за океаном завод под ключ.

Предвидим возражения: дескать, для того чтобы закачать в баллоны воздух, нужна энергия, а электростанции – тоже источники загрязнений. Авторы проекта посчитали конечный КПД в цепочке «нефтеперегонный завод – автомобиль» для бензинового, электрического и «воздушного» автомобиля: 9,4, 13,2 и 20 процентов соответственно – «воздушник» лидирует с заметным отрывом.

Новый мотор во многом повторил уже обкатанный гибридный. Однако теперь поршни стали дольше «зависать» в мертвых точках (80 процентов времени) благодаря особым проскальзывающим муфтам на коленчатом валу. В

цилиндр засасывается не наружный воздух, а часть выхлопа. Нет систем зажигания, впрыска топлива, бензобака. Зато под днищем аккуратно расположились четыре карбоновых (почти невесомых!) 50-литровых резервуара для сжатого воздуха. Его запаса (200 л при 200 атм.) хватает на 500 километров при скорости 40 километров в час или на 100 километров при 90 километрах в час.

При торможении энергия рекуперируется – компрессор высокого давления закачивает наружный воздух обратно в баллоны. «Заправлять» автомобиль можно двумя способами. От воздушной магистрали высокого давления – 2-3 минуты (по западным ценам всего за полтора доллара) или от электросети: тот же компрессор накачает баллоны за 4 часа – быстрее, чем заряжается электромобиль».

С 2001 года ТОР должны появиться в продаже, причем по всему миру: уже продано 19 заводов мощностью 2000 автомобилей в год каждый – в Австралию, Новую Зеландию, Южную Африку, Мексику, Испанию, Францию, Швейцарию.

Машина «Формулы-1»

В 1894 году состоялись первые в истории автомобильные гонки по трассе Париж – Руан длиной 127 километров. К участию в них допускались автомобили с любыми двигателями. Заявки подали 102 гонщика. Однако только 21 автомобиль сумел взять старт (14 из них имели двигатели внутреннего сгорания, 7 – паровые двигатели), а закончили гонку только 13 бензиновых и 2 паровых автомобиля. Первый приз поделили «Панар» Левассора (который сам вел машину) и «Пежо» с двигателями Даймлера. Они показали среднюю скорость 20,5 километров в час.

Гонки «Формулы-1» стартовали в 1950-е годы. Сегодня машина этого класса стоит порядка 6000000 долларов. Болид «Формулы-1» – компьютер на колесах, мощности которого вполне хватит, чтобы обеспечить полет «Шаттла». Бортовая ЭВМ непрерывно фиксирует более 100 параметров. Часть информации она оставляет в своей оперативной памяти, остальную по телеметрии передает на стационарный компьютер в боксе. С его помощью механики и инженеры следят за основными параметрами двигателя – оборотами, температурой, давлением, расходом горючего, а также оценивают другие критичные характеристики – например, температуру подвески правого заднего колеса.

В общем, бортовой компьютер его помощник и друг. Но не единственный, конечно. Не забывают о пилоте и в боксах. Время от времени следуют команды по радио типа: «Мика, увеличь подачу горючего на единицу…» Или: «Дэвид, на следующем круге меняем колеса…» И команды эти безукоснительно выполняются гонщиками, которые понимают: все обсчитано,

со стороны виднее…

Гоночные автомобили создаются на основе новейших технологий. Эти технологии впоследствии часто используются на обычных автомобилях. Так, дисковые тормоза и турбонаддув впервые были испытаны на гоночных автомобилях.

Корпус машин «Формулы-1» делают из сверхлегких материалов, в которые, например, входят углеродные волокна.

Базовая структура не зависит от дизайнера и состоит из трех основных узлов: кокпита, передней и задней подвесок с колесами и двигателя, сблокированного с коробкой передач. Одновременно двигатель служит и несущим элементом конструкции.

Основная часть передней подвески спрятана под носовым обтекателем. Он служит не только для улучшения аэродинамики. Вмонтированная в него толстая прочная стенка предохраняет ноги пилота в случае столкновения машины с каким-либо препятствием на трассе.

При отделке кузова обращают внимание даже на малейшие детали, способные помешать достижению максимальной скорости. Обтекаемая форма – результат кропотливых поисков инженеров и многократных тестов в аэродинамической трубе. Она значительно уменьшает сопротивление воздуха при высоких скоростях, а болиды на прямых едут быстрее трехсот километров в час, что позволяет снизить потребляемую мощность и расход горючего и, конечно же, в результате увеличить скорость.

Для того чтобы машина не теряла устойчивость на высоких скоростях сзади к корпусу крепится антикрыло. Переднее антикрыло обеспечивает машине прижимную силу.

Мощность гоночного двигателя – 850—900 лошадиных сил. Весит такой мотор около 150 килограммов, поскольку максимально облегчен за счет применения высококачественного алюминия для цилиндров, всевозможных легких, но прочных материалов для других деталей.

Жизнь мотора при сумасшедших гоночных нагрузках не очень долгая. Перед началом сезона и между гонками пилот-тестер проезжает сотни километров. На трассе за ним бдительно следит неподкупный модуль и все записывает в свой электронный «кондуит». Поэтому при малейшем «чихе» двигателя команда тут же запускает программу его тестирования. И если какой-то из диагностических тестов показывает, что в двигателе что-то не так, он тут же снимается, пакуется в красивый алюминиевый контейнер и отправляется производителю. А на автомобиль ставят запасной.

Во время гонки команде остается лишь молиться, чтобы с двигателем ничего не случилось. Его смена исключена. Другое дело шины.

На рубеже 1950—1960-х годов конструкторы гоночной техники поняли, насколько важно для скоростного автомобиля сцепление колес с дорогой. Почти полтора десятка лет с тех пор гоночные шины толстели и пухли не по дням, а по часам, пока, наконец, ширина профиля не превысила диаметр. Но

тут вмешалась ФИА и ограничила размеры гоночных покрышек, повернув тем самым мысли шинных инженеров с экстенсивного на интенсивный путь. Ведь увеличить сцепление колес с дорогой можно не только за счет большего пятна контакта, но и применяя материалы большей вязкости. Так к началу 1980-х годов появились сверхмягкие шины.

Все гоночные шины похожи друг на друга больше, чем близнецы. Единственное отличие – на протектор некоторых нанесен рисунок, в то время как у других (их большинство) ровная матово-черная поверхность. Это так называемые слики – логический результат поисков увеличения максимального пятна контакта шины с поверхностью трассы. Появившиеся в 1970 году (до этого считалось, что рисунок способствует охлаждению покрышки), они теперь применяются повсеместно – не только в «Формуле-1», но и на любых других гоночных автомобилях. Понятно, что преимущества сликов могут проявиться лишь на сухой трассе. Едва пойдет дождь, как автомобиль на таких шинах превращается в настоящую «корову на льду». Для сырой погоды используется «дождевая» резина с канавками, ускоряющими расставание шины с влагой.

Современная покрышка имеет бескамерную радиальную конструкцию с каркасом из нейлонового корда различной толщины. Кордовые волокна герметизированы слоем резины, чтобы предотвратить их взаимное трение, при котором выделяется тепло. Беговая дорожка изготовлена из смеси натурального и синтетического каучука, сажи, масел и смол. Точный состав строго засекречен.

Конструкторам удалось так подобрать состав резиновой смеси, что шина буквально прилипает к трассе. Однако, как легко догадаться, такая резина недолговечна. Не потому, конечно, что действительно липнет к асфальту. Разогреваясь во время гонки, а оптимальная рабочая температура покрышки – в пределах 100 градусов Цельсия, смесь подвергается воздействию химических реакций, в свою очередь, еще более повышающих температуру внутри шины – свыше 120 градусов. Это приводит к тому, что покрышка как бы «закипает», начинает пузыриться и, в конце концов, разламывается на куски.

Еще в 1980-е годы остановки для смены колес были, в общем, случайными. Пилот заезжал в боксы на «пит-стоп», только если повредил шины во время столкновения с другим автомобилем, или съехал с трассы и на покрышки налипла грязь, или во время резкого торможения асфальт, как рашпилем, стер резину с заклинившего колеса.

Но с появлением шин разной жесткости менеджеры смекнули, что вместо одного комплекта более твердых и долговечных покрышек можно использовать мягкие сверхскоростные шины, заменив их в ходе гонки. Это дало выигрыш в несколько секунд, однако привнесло в соревнования дополнительный драматизм.

Для обслуживания автомобилей в боксах с 1994 года занято около двадцати

человек. По три механика занимаются с каждым колесом, двое работают с домкратами спереди и сзади автомобиля, один поддерживает связь с пилотом, трое заправляют болид, двое дежурят с огнетушителями. Такая бригада меняет все четыре колеса и заливает в бак несколько десятков литров горючего за 10-12 секунд. Лучшее время замены колес (дозаправка тогда еще не была разрешена) было показано механиками «Макларена» в 1991 году – 4,28 секунды!

Однако до боксов еще нужно добраться – снизить скорость, заехать на «пит-лайн» («гаражный переулок»), потом вновь выбраться на трассу, пропустив мчащихся по ней соперников. В результате «пит-стопа» пилот теряет в общей сложности от 20 секунд до минуты (в зависимости от конфигурации трассы). Поэтому выигрыш от применения двух комплектов мягкой резины должен быть более тридцати секунд, иначе не стоит и огород городить.

Обилие разновидностей гоночной резины и возможность замены ее в ходе гонки привели и к отрицательным результатам. Во-первых, въезд-выезд из боксов означает известный риск и для гонщиков, и для механиков. Но главное – резко возросла стоимость «шинного сервиса».

Пилотов «Формулы-1» иногда называют гладиаторами. Действительно, риск получить увечье на трассе, а то и погибнуть, достаточно велик. Для того чтобы его максимально снизить, кокпит болида делают из особо прочных материалов. Часто во время трансляции гонок можно видеть, как при ударе в отбойник разлетаются в сторону колеса, куски корпуса машины. Кажется, пилоту не спастись, но он жив и здоров благодаря спасительному кокпиту.

Большое значение для безопасности пилота имеет его одежда. На заре чемпионатов мира, в 1950-е годы, одежда могла предохранить гонщика разве что от… легкого ветерка. Сегодняшние одежды формулистов больше напоминают одежду космонавта или пилота сверхзвукового истребителя. Стандарты Международной автофедерации, касающиеся максимального обеспечения безопасности гонщика, очень строги.

Шлем, который из простого головного убора, сделанного из папье-маше и сохранявшего, скажем, прическу, превратился в грозную защиту, превосходящую в эффективности и стальные шлемы средневековых рыцарей. Сегодняшние шлемы весят около 1,2 килограмма и втрое легче первых моделей, которые появились в 1968 году и изготавливались из фибергласа. Прозрачное забрало из материала LEXAN, в 1992 году заменившего стекло, выдерживает лобовой удар камня, пущенного со скоростью 500 километров час.

В современный гардероб пилота входит и страховочный «хомут», необходимый при перегрузках (до 4,5 g), возникающих на длинных, быстрых поворотах, где плохо тренированный пилот свободно может порвать мышцы шеи. Подшлемник («балаклава») сделан из огнеупорной ткани.

Нижнее белье и комбинезон сделаны из огнезащитного материала NOMEX – единственного разрешенного к использованию в «ателье» «Формулы-1».

NOMEX гарантирует безопасность гонщика в ацетиленовом пламени: температура 700 градусов Цельсия в течение минимум 20 секунд! Даже нитки, которыми сшит комбинезон, сделаны из NOMEX.

Перчатки также из NOMEX с ладонью, отделанной кожей, обеспечивающей оптимальное сцепление с замшей руля; они сидят в обтяжку и крепятся на руке с помощью ремешков VELCRO. Гоночные ботинки сшиты из кожи и обтянутые, конечно же, NOMEX, имеют к тому же пенистые протекторы для защиты от ударов в кокпите. Подошва сделана из сильно спрессованной резины.

У каждого гонщика есть свои любимые трассы, где ему легче всего проявить свои лучшие качества. Есть легендарная трасса в Монте-Карло, на которой мечтает победить любой гонщик. И есть самая современная трасса, построенная на исходе XX века.

Трасса «Формулы-1» в малазийском Сепанге – стерильное супертехнологичное сооружение, мало похожее на классические трассы вроде Нюрбургринга или Сильверстоуна. Великолепный автодром спроектировала немецкая фирма Германа Тильке «Tilke Engineering amp; Architecture». Сегодня она практически не имеет конкурентов в этой области.

Малазийцы всего за три года завершили строительство гоночного кольца. Для этого пришлось вырубить на площади 250 гектаров банановые рощи. Вместо джунглей тут теперь трибуны с крышей, формой напоминающие банановые листья, колоссальный торговый центр и прочие радости цивилизации. Все это приправлено восточным гостеприимством, потрясающим сервисом и национальными амбициями. На строительство трассы потрачено 120 миллионов долларов.

Михаэль Шумахер охарактеризовал трассу одним словом: «заковыристая». Здесь есть очень быстрые повороты, которые гонщики проходят «педаль в пол» на пятой передаче. И есть совсем медленные, преодолеваемые на второй. Есть две 800-метровые прямые, одна за другой, где скорость за 300 километров в час. Соответственно нагрузка на тормоза – огромная, как в Монце или на немецких трассах.

Все команды и все гонщики виртуально тестировали трассу еще до первого прибытия в Малайзию в 1999 году: на компьютерных симуляторах. Рубенс Баррикелло сказал, что заранее выучил кольцо Сепанга с помощью обычной игровой приставки. Но реальность, как ей и полагается, оказалась сложнее, чем ее имитация. «Трасса выглядит более простой, чем она есть на самом деле, – говорил Ральф Шумахер после свободных заездов. – Повороты медленнее, чем они кажутся с виду, некоторые места на трассе очень скользкие».

Вообще, мнение большинства гонщиков сводится к тому, что трасса техничная, трудная, но красивая и многообещающая. «Здесь есть несколько закрытых виражей, – объясняет Эдди Ирвайн, – в которых ты не видишь выхода из поворота. Плюс к тому есть очень длинные повороты. И поскольку

здесь столько поворотов разных типов, очень трудно найти правильный баланс машины. С точки зрения физической нагрузки трасса оказалась не очень трудной, и в машине прохладнее, чем снаружи».

Эдди, конечно, виднее, но после заездов гонщики вылезают из кокпитов в потемневших от влаги комбинезонах, словно только что плавали. А ведь дождя не было.

Менеджеры команд, впрочем, не устают восхищаться инфраструктурой трассы в Сепанге.

«Малайзия заслуживает самых высоких похвал, это кольцо XXI века», – говорил на пресс-конференции Эдди Джордан, владелец одноименной команды. Шеф «Макларена» Рон Денис был короток: «Трасса великолепна!»

Реактивный автомобиль TRUST SSC

21 августа 1991 года Эл Тиг разогнал по солончаковой равнине Бонневил (Юта, США) автомобиль собственной конструкции «Спид-О-Мотив Спирит оф 76» до 684,322 километров в час. Это на сегодняшний день рекорд скорости для автомобилей с колесным приводом.

До сих пор некоторые люди считают, что колесный привод себя не исчерпал и последнее слово он еще скажет, и вообще нет предела совершенству. Но, в любом случае, надо признать: им не сравняться по скорости с реактивными автомобилями.

Сам по себе реактивный наземный транспорт потенциально вполне безопасен, но… смотря при какой скорости. По теории, любой объект, превысивший скорость 330 метров в секунду (1188 километров в час) при стандартных условиях (то есть на уровне моря при комнатной температуре и нормальном атмосферном давлении) генерирует мощные механические колебания. Последние, естественно, достигают земли под автомобилем, затем отраженные от нее волны переменного давления ударяют в его днище…

В 1979-м Стан Барретт промчался с околозвуковой скоростью на своем Budweiser Rocket по полигону военно-воздушной базы Эдвардс. Согласно официальному отчету, задние колеса буквально отскакивали от земли и Барретта вытряхнуло из сиденья задолго до конца пробега.

Новое поколение сверхзвуковых автомобилей скорее напоминает эскадрон небольших самолетов-истребителей. Вышеупомянутая механическая вибрация гасится трубчатым фюзеляжем, а элероны не дают машине покинуть землю.

В 1983 году англичанин Ричард Нобл на реактивном Trust II официально установил наземный мировой рекорд скорости: 1019,26 километра в час. От заветного предела – скорости звука – его отделяли какие-то 169 километров в час! Но прошло пятнадцать лет, когда наконец-то мечта многих гонщиков сбылась и звуковой барьер был взят.

В борьбе за преодоление «сверхзвука» участвовало сразу несколько

знаменитых гонщиков и фирм.

Арт Арфонс прославился 26 (!) моделями гоночных машин с авиамоторами. Всю серию оформлял дизайнер Джон Диэр Грин, посему она получила название Green Monster. Первый «монстр», построенный в домашних условиях в 1965 году и оснащенный турбореактивным двигателем «General Electric J79-GE-15A», принес Арфонсу и первую победу – ни много ни мало, 923,2 километра в час! В ноябре 1966-го – очередной мировой рекорд: 976 километров в час!

К преодолению нового рубежа Арфонс подготовил симпатичное, стремительное и достаточно компактное создание всего 8 метров длиной с маленьким реактивным двигателем мощностью 9000 лошадиных сил. Рама – из хромомолибденовых трубок, облаченных в кевлар и стекловолокно. Два передних колеса без шин из кованого алюминиевого сплава Alcoa расположили тандемом. Задние колеса выставили за борта, каждое на жесткой подпорке. Покрасили сей мини-монстр, конечно же, по-американски – в красное, белое и голубое.

Знаменитая фирма «Макларен» в рамках программы McLaren Advanced Vehicle подготовила проект «Maverick». Автомобиль – гигант длиной 14, шириной 8,1 и высотой 3,3 метра, весом в добрых 2,5 тонны, из которых треть приходится на «роллс-ройсовский» двигатель мощностью 36000 лошадиных сил. По расчетам инженеров, газовая турбина должна была за 40 секунд разогнать автомобиль до 1360 километров в час.

Корпус автомобиля изготовили из кевлара и углеродистого волокна. Водитель, подобно пилоту истребителя, пристегнут к эжекторному креслу, запрограммированному на катапультирование в экстренных случаях.

В отличие от большинства других сверхзвуковых автомашин, использующих профилированную подвеску, маклареновскую оснастили компьютеризованной активной, как и знаменитую машину «Формулы-1» той же компании. Инженеры убеждали: с таким «вооружением» «Макларен» легко перемахнет вожделенную планку скорости.

Крайг Бридлав – воистину великий гонщик, первый, кто преодолел предел 600, 800, а затем и 900 километров в час. С 1963 по 1970 год он пять раз становился чемпионом мира, его имя сделалось нарицательным. Затем он надолго ушел из большого спорта и жил в Калифорнии, помаленьку богатея на операциях с недвижимостью. Но ближе к шестидесяти «бравый Бридлав» снова оказался у всех на слуху, вложив шесть миллионов долларов в постройку суперскоростного авто «Дух Америки».

Экс-чемпион привлек к работе восьмерых сотрудников собственного небольшого магазина в маленьком провинциальном городке Рио-Виста. Созданное им чудище было 13,7 метров длиной, 2,5 метра шириной и весом 4 тонны. У него центральный фюзеляж и два хвостовых «крыла».

Рамы фюзеляжа, крыльев и обтекателей сварили из стальных труб. Переборки и покрытие изготовили из фирменного алюминиевого сплава Alcoa.

Нос впереди кабины заострили и снабдили двумя воздухозаборниками, питающими реактивный двигатель мощностью 48000 лошадиных сил. На таком же летает истребитель F-4 «Фантом». Гордостью Бридлава были шины, изготовленные из композитного материала на основе графита, оснащенные кордовым поясом и специально рассчитанные на скорости порядка 1350 километров в час…

Однако успех пришел не к Крейгу Бридлаву, «Макларену» или Арту Арфонсу. Англичанин Нобл не мог допустить, чтобы его рекорд побил кто-то другой. Нобл разработал новую модель – Trust SSC (super-sonic car), тяговый сверхзвуковой автомобиль. Сверхзвуковым его сделали два «роллс-ройсовских» реактивных двигателя «Spey 205» общей мощностью 110000 лошадиных сил. Место водителя расположили между ними, рулевое управление самолетного типа поместили в хвосте. Передние колеса – по бокам от двигателей, четыре задних (рулевых) в шахматном порядке закреплены под хвостом. Корпус – из кевлара и углеродистого волокна.

Правда, сам Нобл за штурвал авто не сел – он великодушно уступил место пилоту английского Королевского воздушного флота Эндрю Грину, взяв на себя функции координатора-наблюдателя.

Дорожка длиной 21 километр была размечена на дне высохшего озера в штате Невада (США). Гоночная машина весом десять тонн была доставлена в Неваду на российском транспортном самолете.

И, наконец, впервые наземное средство транспорта – реактивный автомобиль – преодолело звуковой барьер. Грин на Trust SSC развил 15 октября 1997 года скорость 1227,985 километров в час. Раскатистый удар от перехода звукового барьера был слышен в городке примерно в 20 километрах от места заезда, и в домах задрожали стены.

Теперь пилот-истребитель Энди Грин представляется не иначе, как «самый быстрый человек на Земле». Историю своего рекорда он рассказывает так: «Однажды утром моя подруга Джейн читала в постели „Санди телеграф“. Там рассказывалось о Ричарде Нобле, который хотел преодолеть сверхзвуковой барьер на машине. Он искал кого-нибудь, кто согласился бы ее пилотировать. „Он сумасшедший, – подумал я, а потом вдруг решил: – Если они собираются использовать двигатели Rolls-Royce Spey 202 реактивного самолета и хотят достичь скорости 1200 километров в час, то за рулем такой машины буду сидеть я“. После шести месяцев испытаний я получил место.

Пятнадцатого октября 1997 года я был на трассе Black Rock Desert в Неваде, закупоренный в кокпите Trust SSC – руки стискивают руль, правая нога готова выжать педаль газа. Передо мной был самый большой тахометр со шкалой от 0 до 1000 миль в час (0-1600 километров в час). Когда мотор заработал, я понял, что удержать на прямой десятитонного монстра, который летит со скоростью ракеты, не так-то просто. Мой зад находился в десяти сантиметрах от земли, и это было кошмарное ощущение. Машина шла с сумасшедшим ускорением, увеличив скорость с 320 до 960 километров в час

меньше чем за двадцать секунд. На отметке 900 километров в час стало еще хуже машина сделалась практически неуправляемой. Я помню жуткий вой воздушных волн, образовывавшихся над кокпитом, помню землю, проносящуюся подо мной с невероятной скоростью. Я проезжал километр за три секунды. Это было самое прекрасное приключение в моей жизни».

Современные велосипеды

По сравнению с другими видами транспорта у велосипеда есть неоспоримые преимущества. Он и дешев, и не нуждается в топливе, и не загрязняет атмосферу. А еще он очень маневрен и мобилен, что особенно важно для крупных городов, где частые пробки. И еще один бесспорный плюс: езда на велосипеде – хорошая физическая нагрузка, эффективное средство борьбы с гиподинамией – малоподвижным образом жизни. Все это способствует неуклонному росту популярности велосипеда в самых разных странах. В Голландии, например, на 14 миллионов жителей приходится около 10 миллионов велосипедов.

Прообраз современного велосипеда – селерифер (дословно «производитель скорости») впервые появился во Франции в 1791 году. Это изобретение графа Меде де Сиврака мало напоминало сегодняшнюю модель: двухколесный самокат с деревянной рамой без педалей и руля. Переднее колесо не поворачивалось, а потому ехали на нем только по прямой, отталкиваясь от земли ногами.

В 1792 году немецкий офицер, камергер и лесничий князя Баденского Карл Фридрих Дрез оснастил селерифер управляемым передним колесом.

Первый велосипед с педалями и рулем был построен в России крепостным кузнецом Артамоновым. Именно на нем первый велосипедист прикатил от Верхотурья на Урале в Москву. Толпа людей, собравшихся на Ходынском поле, с изумлением наблюдала за удивительной двухколесной тележкой Артамонова. Судьба тележки Артамонова оказалась печальной: она была присоединена к царской коллекции редкостей и вскоре забыта.

Француз Динер взял в 1818 году патент на «дрезину» в своей стране, впервые назвав ее «велосипедом», то есть «быстроногим» (от латинских слов «velox» – быстрый и «pedis» – нога).

В 1830 году немец Филипп Фишер построил экипаж с двухметровым передним колесом, снабженным педалями, и маленьким задним. Вилки колес он соединил штангой и на ней расположил седло. В том же году англичанин Киркпатрик Макмиллан усовершенствовал новинку: качающиеся педали соединил рычажным механизмом с задним колесом, которое сделал больше переднего, на оба колеса надел железные обручи. В 1853 году немец Мориц Фишер построил экипаж с педалями на переднем колесе и тормозом на заднем.

Долгое время велосипеды изготавливались из дерева. В 1867 году Каупер

придумал очень легкие колеса со ступицей, висящей на проволочных спицах. В 1869 году появились велосипеды с металлической рамой. Тогда же француз Мишо впервые организовал фабричное изготовление велосипедов. Соотечественник Мишо Тевенона придумал велосипедные шины из каучука, а французский фабрикант Сюрирей впервые применил в велосипедах шарикоподшипники. Это было очень важное усовершенствование, годом позже, в 1870-м, английский изобретатель Лоусон ввел цепную передачу от педалей на заднее колесо. Скорость велосипедиста после этого настолько возросла, что он мог соревноваться с верховой лошадью.

Свой современный вид велосипед обрел в 80-90-е годы XIX века. Дублинский ветеринар Данлоп в 1885 году снабдил колеса велосипеда своего двенадцатилетнего сына пневматическими шинами из гуттаперчевого шланга, крепившимися к ободу с помощью полотняной ленты. Он же придумал клапан, позволявший легко и быстро накачать колесо, но не выпускавший воздух наружу. Мальчик ездил на этом велосипеде довольно долго, не привлекая ничьего внимания, пока один заезжий коммивояжер, пораженный легкостью хода велосипеда, не оценил его по достоинству и не указал изобретателю на ценность его находки. Только тогда, в 1888 году, Данлоп взял патент и вскоре наладил промышленное производство пневматических шин. Они быстро распространились по всему свету. Наш соотечественник Г. Иванов усовершенствовал их, предложив раздельно изготовляемые камеру и покрышку.

В 1880-е годы человечество пережило новый «велосипедный бум». С 1890 года началось бурное развитие велосипедной промышленности.

Сегодня велосипеды делят по различным признакам. По возрасту потребителей – на детские, подростковые и взрослые; по числу колес – на одно-, двух-, трех– и четырехколесные; по количеству ездоков – на одиночные, тандемы, триллеры и с большим числом мест; по предназначению – на мужские и дамские, дорожные, складные, туристские, спортивные и специальные. Кроме того, в каждой из этих групп существует собственная классификация. Так, спортивные велосипеды подразделяются на шоссейные, трековые, горные, для гонки за лидером, рекордно-гоночные и т д.

Именно в спортивные велосипеды вносятся наибольшие усовершенствования. Их конструкторы испытывают постоянное давление со стороны спортсменов: дайте машину, которая позволит хотя бы на несколько секунд опередить соперников.

В 1989 году победителем знаменитой гонки Тур-де-Франс стал американец Грег Лемонд, опередивший серебряного призера Л. Финьона всего на восемь секунд. Впервые за 77 таких гонок, устраивавшихся на протяжении 85 лет, победа оказалась столь малоубедительной.

Успех Лемонда объясняли тем, что он использовал скобообразную приставку к рулю. Это всего-навсего сложной формы трубка с мягкой обшивкой, предназначенная для поддержки локтей гонщика. Наклоняясь вперед и

опираясь на нее, гонщик, не уменьшая мощности движений, улучшает свою обтекаемость.

Впервые такая приставка была изготовлена американской компанией «Профайл» в середине 1980-х годов. Испытания в аэродинамической трубе показали, что эта скоба дает гонщику выигрыш в 90 секунд на каждые 40 километров. На старт последнего этапа Тур-де-Франс (27 километров) в 1989 году Лемонд вышел, проигрывая 50 секунд Финьону. Однако скоба помогла американцу пройти этап на 58 секунд быстрей француза. И Финьон понял это. Уже в следующем соревновании в Южной Франции он применил такую скобу – и выиграл.

Происходят резкие изменения в конструкции и самой технологии производства велосипедов. С конца XIX столетия рамы делались из стальных труб. В 1930-е годы стали употребляться трубы из легированной стали. Наиболее ходовыми оказались трубы британской фирмы «Рейнолдс» из стали с молибденом и марганцем. Стыки труб обычно соединялись при помощи муфт и сваривались.

Производители начали использовать сплавы на основе алюминия, которые легче, но имеют два существенных недостатка. Алюминий из-за нагрева при сварке теряет прочность. Поэтому вместо сварки стали применять склеивание, заимствованное у аэрокосмической промышленности. Кроме того, алюминий слабее стали в смысле сопротивления повторяющимся нагрузкам, которые со временем вызывают трещины и изломы. В результате таких усталостных явлений алюминиевая рама ломается раньше, чем стальная, даже если по расчету на прочность они были равны.

Голландская команда, возглавляемая австралийским гонщиком Ф. Эндерсоном, в Тур-де-Франс 1990 года использовала сплошные (не полые) рамы, отлитые под давлением из сплава, состоящего на 91 процент из магния. Изобретатель этих рам Фрэнк Керк говорил, что они не уступают обычным рамам по жесткости и легкости, но гораздо дешевле в производстве.

Некоторые фирмы предпочли выпускать трубы из углеродного волокна, пропитанного смолами. Фирма «Лук» (Франция) стала использовать также керамические волокна в смеси с сеткой из углеродных волокон. Сегодня велосипедные рамы изготовляют, как правило, из карбона.

Среди других узлов создатели велосипедов обратили особое внимание на зубчатую передачу и педали. Цепной привод был значительно усовершенствован в 1980-е годы, когда появилась мода на горные велосипеды и велосипеды-вездеходы: приземистые, выносливые, с тяжелой рамой и широкими шинами с шипами. Конечно, езда по болотам или косогорам предъявляет совсем другие требования к шестереночным механизмам.

Японская фирма «Симано» добилась сверхвысокой точности изготовления деталей привода и увеличила число передач до 16. Просто с таким приводом не справиться. Поэтому фирма ввела еще одну новинку: рычажки переключения скорости переместила с рамы на руль и совместила их с

ручками тормозов. Таким образом, гонщику не надо для переключения скорости как-либо менять свою посадку в ущерб требованиям обтекаемости. Система сначала была создана для горных велосипедов, теперь ее ставят и на гоночные. Современный немецкий велосипед «Порше» имеет, например, 27 передач.

Кроме того, особая конструкция тормозов той же фирмы позволила сократить длину рабочего хода тормозного троса, что равносильно увеличению на тридцать процентов приложенного к тормозу усилия. Это значит, что лихие гонщики могут даже позволить себе поиграть тормозом, несясь вниз по альпийскому перевалу со скоростью более ста километров в час.

Были коренным образом усовершенствованы и педали. Еще в начале XX века велосипедисты убедились, что можно ехать быстрее, если ноги привязать к педалям тесьмой. Это привело к изобретению зажимов (туклипсов) и применению ремешков для закрепления ноги в педали. Этому же способствовала жесткая обувь, подогнанная к педали.

Но зажимы имеют несколько недостатков. Например, они могут вдруг расслабиться в самый неподходящий момент. К тому же туго стянутые ремни вызывают боль и препятствуют кровообращению в ступне. Более того, иногда они могут оказаться смертельной ловушкой, так как в чрезвычайных обстоятельствах их невозможно быстро отстегнуть.

И только в 1985 году появилась педаль, преодолевшая недостатки прежних моделей. Годом раньше Бернар Тапи, французский промышленник и любитель велосипеда, купил фирму «Лук», выпускавшую лыжные крепления. Он подтолкнул инженеров взяться за создание нового типа педали, наподобие лыжного крепления. И действительно, был разработан своеобразный зажим для ноги: легкий рывок ногой в сторону – и она освобождается от педали. Такое движение нехарактерно для велогонщика, так что нечаянно это произойти не может.

Бернар Ино, лидер команды гонщиков, применил первую безопасную педаль фирмы «Лук» в 1985 году на состязании в Италии – и победил. Он даже заявил, что именно эта педаль спасла его, когда с группой гонщиков, в которой он шел, случилось происшествие. Почуяв опасность, он расстегнул зажим и поэтому сумел сохранить равновесие, в то время как другие упали.

В заключение, для примера, приведем характеристики двух велосипедов конца XX столетия.

Испанский спортивный велосипед «Мерида-маттс» используется для триала. Рама – алюминиевая. В вилке переднего колеса – амортизаторы. Ось заднего колеса жестко прикреплена к раме. Велосипед имеет 24 передачи. Он также оснащен фарой и генератором.

Рама итальянского велосипеда «Ламборджини» сделана из карбона. Колеса – со спицами. Велосипед имеет дисковый тормоз на заднем колесе. Он оснащен бортовым компьютером. Каждое колесо имеет разные подвески,

переднее – телескопическое, заднее – маятниковое.

Современные мотоциклы

Первые самоходные двухколесные экипажи почти одновременно создали француз Луи-Гийом Перро и американец Сильвестр Роупер в 1869 году. Это были деревянные велосипеды с легкой паровой машиной. Желающих оснастить «бицикл» паровым двигателем хватало. Например, по чертежам Л. Коупленда фирма «Норторп» в 1880-е годы изготовила около 200 двух– и трехколесных паровых велосипедов.

В 1885 году немецкий инженер Готлиб Даймлер сконструировал компактный двигатель внутреннего сгорания и для демонстрации его в действии установил на деревянный велосипед. Мелкосерийное производство аналогичных самоходов в Германии освоили братья Генрих и Вильгельм Хильдебранды совместно с Алоисом Вольфмюллером. Они впервые применили на двухколесном экипаже пневматические шины и двухцилиндровый двигатель, назвав новинку мотоциклом (от латинского «мотор» – «приводящий в движение» и греческого «циклос» – «колесо»), то есть моторизованным велосипедом.

Всемирное признание к мотоциклам пришло в 1895 году, когда французские изобретатели Альбер де Дион и Жорж Бутон создали очень легкий одноцилиндровый четырехтактный двигатель внутреннего сгорания, установив его на специально спроектированную трехколесную конструкцию. Получился трицикл «Де Дион-Бутон». По лицензии этой фирмы и зачастую с ее моторами трициклы строили во многих странах. В России в конце XIX – начале XX века они выпускались в течение десяти лет.

В 1897 году русские журналисты Евгений и Михаил Вернеры освоили во Франции изготовление велосипедов с легким моторчиком, закрепленным над передним колесом, с приводом на него через ременную передачу. В 1898 году на мотоциклах чешской фирмы «Лаурин-Клемент» двигатель внутреннего сгорания расположили, как на самоходе Даймлера. Это взяли на вооружение другие конструкторы при создании новых моделей. Среди пионеров мотоциклостроения были заводы «Нортон» (Англия), «Пежо» (Франция), НСУ (Германия), «Лейтнер» (Россия), «Харлей-Дэвидсон» (США), «Ямаха» (Япония).

К 1925 году более ста заводов в мире выпускали мотоциклы. Их конструкции столь различались, что понадобилась классификация. В ее основу лег рабочий объем двигателя. Так выделили три класса моторов: легкий – до 300 кубических сантиметров, средний – от 350 до 650 и тяжелый – более 750.

Сегодня принята другая классификация. В ней принимаются во внимание два важнейших критерия: назначение машины и ее компоновка.

Руководствуясь ими, например, журнал «Мир мотоциклов» выделил следующие основные классы: мотовелосипеды, минибайки, мопеды, скутеретты, мотороллеры, стандартные или «классические» мотоциклы, чопперы, спортбайки, туристские мотоциклы, мотоциклы двойного назначения, мотоциклы специального назначения, спортивные мотоциклы, мотоциклы с колясками, мотовездеходы.

Мотовелосипеды – простейшие представители мира мотоциклов, они отличаются от обычных велосипедов наличием «подвесного мотора», в качестве которого все чаще применяют не традиционный тепловой, а электрический двигатель.

Минибайк представляет собой маленький мотоцикл на миниатюрных, обычно не более чем 13-дюймовых, колесах. Для минибайков характерна очень плотная, даже по мотоциклетным меркам, компоновка. Чаще всего применяется хребтовая рама с подвешенным к ней снизу двигателем.

Термин «мопеды» образован от слов «мотор» и «педаль». Это моторизованное транспортное средство со вспомогательным педальным приводом. Правда, в последнее время многие фирмы отказались от педального привода, вместо него моторы получили кик– или электростартеры. При этом сами машины благополучно сохранили все прочие признаки «мопеда»: хребтовую раму, изогнутую так, что образуется внушительный проем, и подвешенный к ней снизу двигатель.

Скутеретты можно перевести с английского как «шагать через». В техническом отношении скутеретта представляет собой машину, переходную от мопеда к мотороллеру. Для нее характерны развитые облицовки, но двигатель с единственным горизонтальным цилиндром расположен между ног водителя. Через него и приходится «шагать», садясь на машину.

Мотороллеры по другому называют скутерами. Их двигатель смещен назад, под седло, благодаря чему спереди появляется место для ног водителя. Вторая особенность – наличие кузова, состоящего из полностью капотирующих двигатель облицовок и защищающего ноги водителя настила, переходящего в передний щит.

Мотоциклы, сохраняющие классическую простоту стиля – это стандартные классические мотоциклы. Спектр вариантов стандартного мотоцикла чрезвычайно широк: от простой машины малого рабочего объема, которая является лишь повседневным транспортным средством и вполне заслуживает названия «рабочей лошадки», до мощного большого двухколесного экипажа, выполненного на самом высоком уровне современной техники. Специфическая группа – неоклассики, то есть мотоциклы, нарочито стилизованные в духе прошедших времен.

Группу мотоциклов, выполненных в «американском» стиле, называют чопперы, а также круизеры. Такие мотоциклы определяются максимально комфортной посадкой: прямой, с вынесенными вперед подножками. Для обеспечения такой посадки руль высоко поднят, а седло двухуровневое.

Вылет передней вилки увеличен, а заднее колесо – широкое, но небольшого диаметра. Другие приметы стиля: каплевидный бензобак и обилие хромированных поверхностей.

Мотоциклы двойного назначения предназначены для движения как по дорогам, так и по бездорожью. Их отличают высокий силуэт, обусловленный большим дорожным просветом и длинноходовыми подвесками, узкая и жесткая рама и шины с более или менее внедорожным рисунком протектора.

Название «мотоциклы специального назначения» предполагает, что мотоцикл создан для специфических целей. В прошлом эта категория была куда обширнее, сегодня в ней остались мотоциклы двух групп: армейские и полицейские. Первые, как правило, представляют собой вариант мотоциклов двойного назначения, вторые же – это стандартные или туристские мотоциклы, на которых установлено специальное оборудование.

Спортивные мотоциклы предназначены исключительно для участия в спортивных соревнованиях. Естественно, классификация их производится в соответствии с дисциплинами мотоспорта, а именно: гоночные (для шоссейно-кольцевых гонок, иногда их называют также «дорожно-гоночными»); кроссовые; эндуро, или «мотоциклы для многодневки»; триальные; мотоциклы для ралли-рейдов и другие.

К любому мотоциклу можно присоединить боковой прицеп – коляску. Сегодня для этой цели принято выбирать мотоциклы, обладающие хотя бы небольшим запасом мощности. Более экзотичны конструкции, изначально спроектированные как одно целое с боковым прицепом, одетые в единый кузов.

Мотовездеход – это, как правило, машина на четырех колесах. К мотоциклам ее причисляют из-за посадки водителя и характерных органов управления. Существуют и трехколесные, но их доля на рынке невелика. Вездеходные качества машин обеспечиваются широкопрофильными шинами низкого давления, тяговитыми двигателями, большими передаточными числами трансмиссии, а иногда и приводом на все колеса.

У туристских мотоциклов есть характерные особенности – прямая, почти как у чопперов, посадка, огромный обтекатель, полностью защищающий водителя от потока набегающего воздуха, и объемные багажные кофры. Это наиболее комфортабельная категория мотоциклов, предназначенная для дальних поездок по дорогам высокого качества. К туристским мотоциклам близко примыкают мотоциклы спортивно-туристские, а также варианты стандартных мотоциклов с более развитыми обтекателями и багажниками.

Яркий пример «Дукати-ST2» – крепкая универсальная машина, учитывающая специфические запросы туристического рынка. Изогнутое ветровое стекло обеспечивает превосходную защиту от ветра на высоких скоростях. При этом оно не создает чрезмерного шума, да и необходимость в особой регулировке для высоких водителей отсутствует. Седло весьма комфортабельно, а зеркала красивы, обтекаемы и функциональны.

V-образный мотор-двойка передает характерную вибрацию на подножки, но это не слишком докучает седоку – руль совсем не дрожит, благодаря специальным грузам на концах рукояток. Двигатель «ST2» работает плавно и тихо, укладываясь в требования европейских норм.

Тому способствуют и «учтивые манеры» десмодромного (с принудительным закрытием клапанов) двигателя с двухклапанными головками цилиндров, получившего жидкостное охлаждение, и новейший вариант системы впрыска топлива «Вебер-Марелли». Он имеет также цилиндры большего диаметра, так что рабочий объем вырос до 944 кубических сантиметров.

На двигателе «Дукати-ST2» применены короткие впускные патрубки с одной форсункой на цилиндр. В сочетании с перенастройкой процессора и измененными фазами газораспределения эти перемены позволили двигателю уверенно чувствовать себя в зоне высоких оборотов. Двигатель «ST2» превосходно набирает 9000 оборотов в минуту и выходит на режим 9800 оборотов в минуту, а затем срабатывает ограничитель.

«Благодаря хорошему поведению двигателя на высоких оборотах, – пишет в журнале „Лимузин" англичанин Алан Аткарт, – он не испытывает нужды в двух повышающих передачах шестиступенчатой коробки передач. Объявленная компанией максимальная скорость 225 километров в час выглядит вполне реалистично, в отличие от показаний спидометра. Должен признаться – мне совершенно не нравятся безликие жидкокристаллические дисплеи – нет, приборы на „Дукати" должны иметь белые циферблаты! Оставьте эти электронные штучки на потеху японцам.

Совершенно новая пространственная трубчатая рама «ST2» изначально спроектирована под более массивный и мощный четырехклапанный мотор, поэтому в нынешнем варианте она обладает огромным запасом прочности. Обе подвески имеют полный набор регулировок – на сжатие, отбой и по предварительному поджатию пружины. Это жизненно важно для любого туристического мотоцикла – тем более, когда регулировки производятся так легко, так на «Дукати».

Наибольшее впечатление на меня произвели тормоза – два диска «Брембо» диаметром 320 миллиметров из нержавеющей стали. До сих пор мне не встречались стальные диски, способные сравниться с прежними чугунными (производство последних прекратили по чисто эстетическим причинам – они ржавели после дождя). Но эти тормоза превосходно останавливают машину в любых условиях и достаточно чувствительны при слабом нажатии на рычаг – что до сих пор было слабым местом стальных дисков. Задний 245-миллиметровый диск «Брембо» так же чувствителен и разумно эффективен. Только не тормозите резко со сбросом газа – заднее колесо окажется в воздухе!»

Самые мощные и динамичные представители двухколесного племени – спортбайки. Пожалуй, главное их отличие – посадка. Но, в противоположность чопперной, она очень напряженная, скоростная: корпус водителя сильно

наклонен вперед, а подножки отнесены назад, так что при медленной езде немалая часть веса приходится на руки. Вторичный признак – большой обтекатель в стиле «Гран-При», а его отсутствие указывает на то, что спортбайк выполнен в стиле «голая сила».

Сердце любого спортбайка – мотор. Как правило, рядный четырехцилиндровый четырехтактный агрегат – по соображениям компоновки и развесовки, ведь надо загрузить переднее колесо, – наклонен вперед. Имеются два верхних распределительных вала, четырехклапанные головки цилиндров, жидкостное охлаждение. Рядная «четверка» – наилучший компромисс: ведь чем меньше рабочий объем каждого цилиндра, тем лучше удается организовать процесс сгорания. К тому же такая схема неплохо уравновешена и вибрации минимальны. Если же увеличить число цилиндров до шести или восьми, то, помимо излишней сложности мотора, возникнут проблемы с его компоновкой. Да и тяговые возможности в многоцилиндровых двигателях хуже.

Для современных спортбайковских моторов и 13000 оборотов в минуту – не предел. Следовательно, внутреннее трение в двигателе становится главным его врагом. Борются с ним несколькими способами. Во-первых, увеличивают соотношение диаметра цилиндра к ходу поршня. Ведь чем меньшую дистанцию пробегает поршень за каждый ход, тем меньше его скорость. Во-вторых, делают гильзы двигателя из металлокерамики или вообще заменяют их никель-кремниевым напылением на стенки цилиндров. Даже идут на уменьшение рабочей поверхности коренных подшипников.

Зажиганием управляет бортовой процессор, учитывающий не только обороты двигателя, но и желания водителя – для этого специальные датчики отслеживают положение дроссельной заслонки. Причем для крайних цилиндров характер изменения опережения зажигания иной, чем для средних – из-за разницы в тепловом режиме. Катушки зажигания все чаще встраивают в колпачки свечей.

Непременная принадлежность современного спортбайка – система «прямого впуска», которая, в сущности, представляет собой инерционный наддув. Воздухозаборники системы питания выводятся в лобовую часть обтекателя – туда, где давление набегающего воздуха максимально. Так что свежий заряд кислорода прямо-таки с силой заталкивается в мотор. Конечно, проявляется этот эффект лишь на скорости выше 80 километров в час, но ведь спортбайки медленнее жить не умеют.

Прибавка весьма значительна. К примеру, двигатель «Ямахи V2P-P6» на стенде выдает лишь 100 лошадиных сил, а на дороге – 120! Сто двадцать лошадиных сил при шестистах «кубах» – это 200 лошадиных сил на «литр». Почти как у моторов «Формулы-1»!

Совсем недавно большинство байков ездили со стальными рамами. Сегодня чаще всего используются алюминиевые сплавы – и для рамы, и для маятника задней подвески. Вес для спортбайка – это все! Чем легче мотоцикл, тем он

быстрее разгоняется, тем охотнее ложится в поворот. Основная масса стянута к центру тяжести машины. Чем меньше полярный момент инерции – тем более юрким становится мотоцикл.

Жесткость – второе по важности ключевое требование к конструкции ходовой части. Рама – прямая диагональ от рулевой колонки к узлу крепления задней подвески. Сам маятник выступает продолжением рамы (и весит, кстати, почти столько же, как и она). В силовую структуру ходовой части включен и сам двигатель. Хода подвесок достаточно скромные – около 120 миллиметров. Комфорт принесен в жертву контролю.

Что требуется от подвесок при таком жестком подходе? При перемещении колеса в позиции, близкой к нейтральной, оказывать минимальное сопротивление, чтобы мотоцикл ни на секунду не терял контакта с дорогой. И наливаться силой при больших ходах. Отсюда и прогрессивная характеристика задней подвески – специальный рычажный механизм обеспечивает изменяемое передаточное отношение в системе «колесо – амортизатор». Обе подвески обладают полным набором регулировок – можно откорректировать под дорожные условия и вес седока, и предварительное поджатие пружины, и гидравлическое усилие сжатия и отбоя.

И, конечно же, мощнейшие дисковые тормоза – два диска по 300 миллиметров диаметром спереди, один сзади, привод – гидравлический. Чтобы тормозилось получше, скобы передних тормозов делают четырех– и даже шестипоршневыми.

БЫТОВАЯ ТЕХНИКА

Домашние роботы

Сегодня создаются роботы, способные выполнять многие функции, свойственные человеку. Прежде всего, речь идет об автоматах, запрограммированных на выполнение ряда механических операций, требующих, однако, некоторых интеллектуальных усилий. Так, в Таиланде разработали модель первого в мире робота-охранника. Управление машиной осуществляется с помощью пароля через… Интернет. Устройство оборудовано видеокамерами слежения и сенсорными датчиками, способными реагировать на движущиеся предметы и перепады температуры. Кроме того, робот снабжен огнестрельным оружием, которое может применить в случае необходимости. Разумеется, все действия металлического охранника зависят от команд оператора.

А в США робот заменяет медсестру. Механический ассистент по имени Лил Джеф работает в нью-йоркском госпитале «Гора Синай». В его обязанности входит разносить и подавать врачам инструменты. Специальное навигационное устройство позволяет Джефу двигаться в правильном

направлении. Умеет он и разговаривать, хотя в его лексиконе всего несколько фраз – «Спасибо», «Возьмите, пожалуйста, инструменты». Если же в его механизме возникает неполадка, он кричит: «Я застрял, вызовите оператора!»

Оригинального робота изобрел американский ученый Стюарт Вилкинсон. Автомат заряжается энергией благодаря… пище. Он состоит из трех контейнеров, управляемых двигателем, внутри которого находится микробиологическая среда из бактерий. Перерабатывая пищу, бактерии выделяют тепловую энергию, преобразующуюся в электричество. Чем больше в продуктах белков и углеводов, тем больше выделяется энергии. Сам Вилкинсон во время экспериментов «кормил» робота сахаром, но мясо, по его мнению, будет способствовать более эффективной работе. Кстати, робот, от «рождения» носящий имя Gastronome, при демонстрации получил кличку Ням-Ням. Зрителей же, собравшихся на показ, больше всего интересовал вопрос: не может ли машина этого класса оказаться опасной для человека? Что, если, исчерпав запас энергии, она вздумает полакомиться оператором?

Действительность превосходит самые смелые ожидания фантастов: у роботов и впрямь все как у людей. Даже размножение! В США создана компьютерная система, способная без вмешательства человека воспроизводить роботов. Авторы изобретения – Ход Липсон и Джордан Поплак из Массачусетского технологического института. Задача системы – воспроизвести простейшую модель механизма, способного горизонтально перемешаться в пространстве. На начальном этапе компьютер разрабатывает тысячи виртуальных проектов, имитирующих процессы эволюции растительного и животного мира, затем выбирает оптимальный вариант и необходимые компоненты. Информация передается на автоматическую установку, занимающуюся непосредственно сборкой механизма.

Еще недавно об использовании бытовых, домашних роботов можно было прочитать только на страницах фантастических романов. Но время идет, технологии развиваются, и все, что еще вчера казалось несбыточной мечтой, сегодня становится реальностью. Некоторые из домашних роботов могут выполнять различные функции, другие же предназначены для какой-то конкретной работы.

Многофункциональный домашний робот R100 разработан в центральной исследовательской лаборатории японской фирмы NEC. Его оснастили средствами для распознавания визуальных изображений, голоса и возможностями общения через Интернет. Подобный робот способен узнавать отдельные лица, воспринимать голосовые команды и перемещаться по дому, обходя такие препятствия, как столы и стулья.

По утверждению представителей фирмы, робот этой модели способен узнавать различных членов семьи и даже спрашивать, чем он может помочь. За счет встроенных средств для доступа к Интернет R100 сообщает о получении электронной почты.

Возможности робота в журнале «Компьютер-пресс» анализирует Алексей

Федоров:

«Давайте рассмотрим основные возможности R100, „мозг" которого представлен процессором Intel 486DX4 с тактовой частотой 75 МГц. Зрение робота реализовано на основе двух видеокамер, позволяющих ему обходить препятствия, вычислять расстояния до предметов и узнавать людей. Для распознавания плана квартиры и объектов, которые находятся в ней в неподвижном или подвижном состоянии, R100 использует стереоскопическую видеообработку поступающих на камеры сигналов в реальном времени. Те же видеокамеры позволяют ему опознавать и запоминать лица. С помощью программирования можно задать роботу имена знакомых ему людей, и в этом случае он будет приветствовать членов семьи. Помимо этого встроенные видеокамеры позволяют роботу перемещаться вслед за человеком, который с ним разговаривает.

Стереоскопическая видеообработка поступающих на камеры сигналов позволяет R100 перемещаться по комнатам со скоростью 60 сантиметров в секунду, избегая столкновения с различными препятствиями, которые встречаются на его пути.

Слышит R100 тремя направленными микрофонами, позволяющими определить направление звука или голоса. Например, если позвать робота, то он повернется к зовущему лицом. Микрофоны также служат для распознавания речи в объеме тех слов, которые хранятся в памяти робота. Помимо микрофонов робот оснащен шестью сверхчувствительными датчиками, которые позволяют ему немедленно остановиться при обнаружении какого-либо близкостоящего предмета или при приближении человека.

Робот способен произносить ваше имя, отвечать на задаваемые ему вопросы, сообщать о получении электронной почты и даже читать электронные сообщения и танцевать под музыку».

Чувствами, конечно, робот не обладает. Тем не менее R100 способен распознавать как прикосновения к датчикам, расположенным в его голове, так и их тип: поглаживание, шлепок и прочее, на что он реагирует соответствующим образом.

Робот может реагировать на изменения температуры, освещенности, смены времени суток и емкости заряда собственной батареи, поскольку встроенные сенсоры помогают роботу измерять температуру и яркость света.

В R100 распознавание речи и анализ видеоинформации осуществляется персональным компьютером. К нему робот подключен по радиоканалу. В следующих моделях робот будет оснащен собственным бортовым компьютером.

Программное обеспечение робота состоит из набора расширяемых модулей: контроллер механики, средство для записи изображений, управление сенсорами, библиотека движений и аппарат принятия решений. Все программные модули не зависят друг от друга и легко обновляются. Возможности робота могут быть расширены за счет добавления новых программных модулей.

Робот, оснащенный камерами и микрофонами, способен записывать видеосообщения и воспроизводить их на экране телевизора. При необходимости R100 может также включать и выключать телевизор, свет и другую бытовую технику. При отсутствии хозяев робот «контролирует» дом. В том случае, если робот обнаруживает что-либо необычное, он немедленно фиксирует это на видеокамеру и может отослать данные по указанному адресу электронной почты.

Когда роботу нечем заняться, он слоняется по дому, здороваясь с людьми, которых встречает по пути, или насвистывая какую-либо мелодию. Если такие вольности вам не нравятся, то все эти функции можно отключить Тогда R100 будет тихо сидеть в углу, пока его кто-нибудь не позовет.

Когда заряд аккумуляторов становится низким, R100 зовет на помощь хозяев.

Другой робот, которого зовут Кай (Cye), разработан американской фирмой «Robotics Inc». В отличие от своего японского собрата он не настолько многофункционален и может выполнять некоторые достаточно монотонные операции.

Cye размером 40x25x40 сантиметров способен управлять беспроводным пылесосом, доставлять обычную почту и выполнять другие операции, например, «помогать» в уборке посуды, разносить напитки и т п.

Фирма «Электролюкс» разработала робот-пылесос. В США он выпускается под маркой Eureka. Этот компактный робот, диаметр которого равен сорока сантиметрам, выполняет только одну операцию, зато делает это очень тщательно. Этому способствуют мощный процессор, встроенное программное обеспечение и система датчиков. Робот работает так. В первую очередь робот изучает периметр комнаты, «запоминает» все объекты, которые могут встретиться на пути. Следующее его действие – сбор пыли. Робот обходит периметр комнаты, а затем пересекает ее в случайном порядке. По мере работы пылесос обходит мебель, электрические шнуры, а также забирается в углы, недоступные обычному пылесосу.

Круглая форма пылесоса позволяет ему никогда не теряться в углах, под диванами и в других труднодоступных местах. К тому же его мягкие края не портят мебель.

Робот-пылесос может работать целый час без подзарядки. После чего его надо поместить на специальную подставку, где он заряжается в течение приблизительно двух часов. На сегодняшний день данная модель является полностью автономной. Однако «Электролюкс» не собирается останавливаться на достигнутом. В фирме уже рассматривается возможность создания более совершенной версии робота-пылесоса с управлением через компьютер по радиоканалу.

Шведская фирма «Хускварна» создала робот-газонокосильщик Solar Mower, питающийся солнечной энергией. Он имеет встроенные поликристаллические ячейки, получающие энергию и заряжающие ею встроенный аккумулятор.

Робот способен следить за газоном в течение всего сезона, поддерживая заданный уровень травы.

Для того чтобы электронный газонокосильщик не «увлекался», периметр газона отмечается специальным кабелем, на наличие которого реагируют датчики робота. Стрижка газона выполняется горизонтальными перемещениями вдоль заданного периметра с учетом клумб и деревьев. Роботом можно управлять и по радиоканалу со специального пульта.

Похоже, скоро канут в Лету времена, когда дети довольствовались плюшевыми игрушками и различными разновидностями Барби. Вероятно, и говорящие интерактивные куклы скоро потеряют популярность. Новое время, новые игрушки. На смену приходят «цифровые создания», неведомые электронные зверушки.

Процесс повышения интеллектуального уровня некогда всегда покорных игрушек начался давно. Но по-настоящему мир интеллектуальных игрушек раскололся надвое после появления электромеханической собачки «Айбо»

AIBO – аббревиатура от Artificial Intelligence Robot (робот с искусственным интеллектом), которая также созвучна японскому слову «спутник, дружок».

Кого представляет собой это чудо техники, определить сложно – западная пресса однозначно называет японское изобретение собакой, а представители производителя – фирмы «Сони» попытались убедить, что это «скорее лев, чем собака».

Первый ограниченный тираж электронных собачек AIBO ERS-110 (5000 штук) в конце 1999 года был полностью распродан всего за 18 минут. Очень быстро, учитывая, что каждая игривая собачка стоила ни много ни мало – две с половиной тысячи долларов.

«По большому счету, AIBO – это развитие идеологии „тамагочи", только „в натуральную величину", – пишет в журнале „Компьютер-Пресс" Владимир Богданов. – Щенок „понимает" отношение хозяина и постепенно превращается во взрослого пса (не физически, а эмоционально). В лапы „Айбо" встроены датчики, а специальная камера и инфракрасные сенсоры позволяют щенку соблюдать дистанцию и не натыкаться на стены. „Айбо" „понимает", когда его ласково гладят по голове, а когда дают шлепка. Свое расположение электронный пес выказывает вилянием хвоста и зеленым блеском светодиодных глаз. В нужный момент он может забавно почесаться, вылавливая „электронных блох".

Как и любому щенку, AIBO для начала придется «подрасти» и многому научиться. Первые сутки ему приходится учиться просто ходить и сидеть, но, к счастью, растет щенок не по дням, а по часам (что не под силу белковым собачкам). На второй день электронный щенок уже уверенно ходит и учится играть в мяч. А при сохранении активного образа жизни за 4 месяца щенок превращается во вполне зрелую собаку. Вообще инженеры «Сони», по отзывам собаковладельцев, добились поистине чудесных результатов – создали иллюзию эволюции щенка, успешно сымитировали «характер» AIBO и

алгоритмы подстройки под конкретного хозяина. AIBO «обучается» методом кнута и пряника. Если его за что-то хвалят, то он стремится повторять эти действия, и наоборот. Разработчики из «Сони» даже утверждают, что из-за частых упреков щенок может обидеться или впасть в депрессию. Недаром над AIBO трудилась команда из бывших разработчиков нейросетей.

Заряда литий-ионных аккумуляторов щенку хватает на 1,5 часа. Хозяин может дать AIBO команду при помощи тонового пульта дистанционного управления: AIBO, к примеру, начинает приплясывать или играть с розовым мячиком. Разработчики постарались, чтобы электронная собака достоверно выполняла кульбиты, присущие «белковым» щенкам, – почесывание, кувыркание на полу и прочие. У электронного щенка есть 18 моторов, выполняющих роль суставов, и шесть предустановленных эмоций (радость, грусть, злость, удивление, страх и чувство неприязни). Помимо инфракрасных датчиков в глазах у AIBO имеются сенсоры в подушечках лап и микрофоны в ушах. Равновесием щенка управляет встроенный гироскоп, а специальный температурный датчик не позволит AIBO перегреться в жаркую погоду».

Особенно трогательно происходит встреча Айбо с роботами предыдущих модификаций – «собака» начинает вилять хвостом и неподдельно радоваться.

Инстинктами и условными рефлексами Айбо управляет 64-разрядный микропроцессор. Сведения о внешнем мире и программы хранятся, естественно, в пластинке флэш-памяти емкостью 8 Мбайт.

Пока щенок не умеет взбираться вверх по лестнице, бегать и многое другое. Но основной недостаток – игрушка не может проявлять искреннюю преданность, понимать хозяина и чувствовать его настроение. Впрочем, дополнительное программное обеспечение Айбо позволяет «обучать» щенка новым трюкам и обмениваться «характерами» с другими поклонниками электронного собаководства.

Помимо процессора IDT MIPS RISC и 8-мегабайтной пластинки флэш-памяти для хранения программ щенок оборудован 16 Мбайт встроенной памяти, датчиками дистанции, давления, ускорения и температуры, встроенными микрофоном, динамиками, ПЗС-видеокамерой. Весит собачка приблизительно 1,3 килограмма. Доступные окрасы – серебристый и черный металлик.

Недавно появился Айбо ERS-210 – это модификация «первого поколения» ERS-110 и ERS-111. Но даже то, что новая Айбо стоит почти в два раза дешевле своего предшественника, не делает его доступным товаром. Тем не менее в Японии начинается очередная истерия. Появляются товары с символикой Айбо – одежда, аксессуары для мобильных телефонов и компьютеров, а также ежемесячный журнал и сайт в Интернете. Создана даже специальная платная служба для владельцев электронной собаки, интересующихся, к примеру, почему их питомец при команде «сидеть» начал радостно скакать по полу. А в конце 2000 года в главных городах Японии были проведены выставки, посвященные Айбо.

Помимо Айбо создан целый ряд других электронных питомцев. Например,

электронный котенок Тата задуман японской корпорацией «Мацушита электрик» не просто как игрушка, но и как терапевтическое средство для пожилых людей.

По мнению специалистов, одним из самых многообещающих проектов в этой области конструирование и моделирование Robokoneko (по-японски – «робот-котенок»): самообучающегося (эволюционирующего) робота с искусственным интеллектом. Робот-котенок должен будет обладать не только совершенной механикой, но и искусственным мозгом, состоящим из 16000 нейросетевых модулей. Котенок – промежуточный проект в рамках создания искусственного мозга CAM-Rain мощностью один миллиард искусственных нейронов. Для сравнения: в человеческом мозге 14 миллиардов нервных клеток, из которых используется около четырех процентов. 16000 искусственных нейромодулей котенка построено на базе программно конфигурируемых микросхем FPGA. Скорость эволюции «кошачьего мозга» – 100 миллиардов обновлений в секунду.

Как считает Владимир Богданов: «Бытовые роботы для развлечений и прототипы бытовых роботов-помощников, то и дело демонстрируемые широкой аудитории, – это, на мой взгляд, жалкие отголоски тех решений, которые создаются в военных лабораториях. Летающие мини-роботы размером с муху, управляемые подводные роботы-рыбы, электронные летающие птицы-разведчики – все это уже далеко не фантастика. Именно в области создания роботов военного назначения сосредоточивают мощные научные ресурсы страны, не отрицающие возможности техногенных войн в будущем. В этом смысле достаточно крамольными остаются примеры мини-роботов из сериалов типа „Секретные материалы" или LEXX. Однако конверсия многих идей „двойного назначения" в ближайшие пять лет должна привести к появлению массовых моделей новых хозяйственных роботов. Но прежде „сливки" снимут самые недорогие фирменные решения (30-100 долларов) и имитации в стиле тех же собачек AIBO или котов Тата (вспомните, как стремительно распространились подделки под тамагочи). Эпоха же массовых роботов-помощников (подобий NEC R100) наступит и вовсе лет через 10. К тому времени их цена достигнет разумного уровня, а качество реализации голосового интерфейса станет вполне приемлемым. Именно такие бытовые роботы мне более всего по душе. Даже если эти „ваньки" будут уметь лишь снимать электронную почту или по первому зову со всех колес бежать включать телевизор – это уже много. А так, глядишь, лет через 30 появятся и первые однозначно бесхвостые „модели для развлечений", за которыми гонялся еще Харрисон Форд в фильме „Бегущий по лезвию бритвы"».

Цифровая фотокамера

В 1989 году фабрика «Свема» выпустила последнюю партию любительской

кинопленки формата 8 миллиметров, пять лет назад закрылась последняя лаборатория по проявке этой пленки, а чуть позже из продажи исчезли и все необходимые химикаты… Так, на наших глазах, завершилась эпоха домашней киносъемки и наступила эра любительского видео. Похоже, такая же участь ожидает вскоре и любимую фотографию.

В этом убеждают последние успехи в создании высококачественных и уже не очень дорогих электронных цифровых камер.

Приехав на ежегодную встречу одноклассников, собравшихся со всей страны, можно достать цифровую камеру, внешне похожую на обычный фотоаппарат, и сделать два-три десятка снимков. Однако, усомнившись в композиции какого-то группового кадра, можно быстро решить, не переснять ли этот сюжет. Для этого достаточно посмотреть кадр на жидкокристаллическом дисплее, встроенном в заднюю стенку камеры.

А, возвращаясь домой, можно вынуть из камеры диск памяти размером с кредитную карточку и вставить в свой портативный ноутбук, чтобы на его экране проверить качество изображений в полном формате и цвете. Тут же можно откорректировать снимки. Некоторые осветлить, другим добавить теплых тонов, а у третьих изменить масштаб. Для этого используется программа обработки графических файлов. При желании можно тут же отправить снимок любому бывшему однокласснику…

Описанное выше – уже не фантастика. В итоге от старых навыков фотографу остаются, пожалуй, только манипуляции с объективом да нажатие на спуск. Да и как иначе, если речь идет об изменении самой информационной сущности фотографии – переходе от аналоговых процессов получения и обработки изображений к цифровым?

Между прочим, еще недавно такой переход не казался неизбежным даже при замене «фотохимии» на электронику. До самого последнего времени вполне реальной технической базой электронной фотографии многие фирмы считали также магнитную видеозапись в телевизионном формате, то есть процесс аналоговый. И не просто считали, а выпустили на этой основе вполне работоспособные аппараты.

Путь к современному цифровому фотоаппарату был упорным восхождением по иногда весьма каменистой тропе. Первыми стали устройства с формированием изображений на матрице ПЗС и последующей аналоговой записью на магнитную ленту – по типу видеокамер. Полученные фотокадры копировались затем на специальную видеодискету.

Устройства, создающие и запоминающие изображение в «чисто компьютерном» цифровом формате, были созданы в начале 1990-х годов. В них использовались те же элементы компьютеров типа «лап-топ» и ноутбук. Сделанные в виде прямоугольных пластинок размером с кредитную карточку, с разъемами на торце, они вставляются в специальные порты указанных компьютеров. Кроме дополнительных блоков памяти это могут быть, например, и такие устройства, как факс-модем, жесткий диск, звуковая карта.

Неуклонное падение стоимости элементов и устройств цифровой памяти при росте их удельной емкости, удешевление компакт-дисков, быстрый прогресс методов обработки и сжатия видеофайлов и т д. – все это окончательно сделало «базовым» в данной области цифровой прибор – компьютер, а не видеомагнитофон и не телевизор.

Настоящий перелом в цифровой фотографии произошел в августе 1997 года, когда корпорации «Fuijtsu Microelectronics» – «Фуджитцу» и «Sierra Imaging» – «Сьерра» подписали соглашение о совместных разработках в области производства схемотехники для обработки цифровых изображений. По этому соглашению «Футжицу» предоставила свое семейство PISC-процессоров, а «Сьерра» предложила разрабатывать всю «обвязку» – чипсет – «материнскую плату», то есть объединить все необходимые контроллеры, а также средства разработки и предоставить свое программное обеспечение (Image Expert). Кроме того, «Сьерра» взяла на себя обязанности по сбыту, распространению и поддержке этого технического решения.

Совместное соглашение привело к созданию полного аппаратно-программного комплекса для проектирования и реализации цифровых камер. В результате рынок цифровых камер каждый год удваивался и к концу века превысил десять миллионов аппаратов в год.

На тот момент только «Сьерра» предлагала заказчикам единое решение со всеми необходимыми электронными компонентами для создания цифровых камер и продолжает лидировать в этой области до сих пор.

Отныне уже нет сомнений, что популярность цифровых камер будет расти лавинообразно. Точно так же, как в свое время, в 1880-е, после перехода от дорогих, неудобных стеклянных фотопластинок к легкой и дешевой фотопленке начала стремительно завоевывать массы традиционная фотография.

Сегодня цифровая фотокамера не является просто цифровым эквивалентом пленочной. Она может выполнять и другие функции, которых от пленочной камеры даже нельзя было ожидать. Цифровая камера на самом деле больше похожа на медиа-коллектор или мультимедийный носитель информации. Ее можно брать с собой, чтобы фотографировать, записывать звук, движущиеся объекты, даже мысли.

«Приглядитесь повнимательнее к цифровой камере, а еще лучше вскройте и посмотрите, что у нее внутри, – советует в своей статье в „Компьютер-пресс“ Олег Татарников, – и вы убедитесь, что она не более фотоаппарат, чем компьютер – печатная машинка. Даже тот фотографический потенциал, который таит в себе банальная цифровая „мыльница“, может существенно превышать возможности серьезных пленочных аппаратов. Судите сами – размер даже малоформатного кадра на пленке 24x36 миллиметров существенно превышает размер ПЗС-матриц, а чем больше размер изображения, тем сложнее разработать для него неискажающий объектив достаточной светосилы. Например, большинство ПЗС-матриц любительских

цифровых фотоаппаратов имеет диагональ 1/3 дюйма, или 8,5 миллиметра. Следовательно, „нормальным" (то есть эквивалентным 50-миллиметровому объективу пленочных 35-миллиметровых фотоаппаратов) для такой матрицы будет объектив с фокусным расстоянием всего лишь 9 миллиметров. Чтобы такой объектив имел относительное отверстие, например F/2, диаметр линзы должен быть соответственно равен 4,5 миллиметрам, а у 35-миллиметровой фотокамеры – 25 миллиметрам. Поэтому, например, для реализации значительного перепада фокусного расстояния у обычной камеры 35 миллиметров приходится делать сложную оптическую систему с большими и дорогими линзами, а для цифровых камер можно использовать „стандартный" объектив с диаметром 2-4 сантиметра и получить аж 20-кратный Zoom. Чувствуете разницу? А при макросъемке на маленькой матрице с тем же объективом можно получить недостижимую для пленочной фотографии глубину резкости».

Однако, кроме всего этого, цифровые камеры имеют и еще целый ряд возможностей, более характерных для компьютеров, нежели для фотоаппаратов.

Помимо оптической системы цифровая камера имеет достаточно мощный управляющий процессор, чтобы производить, кроме всего прочего, сложный анализ экспозиции и в ничтожные доли секунды принимать решение о режиме съемки, после чего полученное изображение обрабатывается. Быстрая шина данных позволяет стремительно сокращать время готовности к приему следующего кадра. И в этом смысле цифровые фотоаппараты уже догнали, например, видеокамеры и продолжают «сливаться» с ними. Цифровые камеры имеют оперативную память: «впаянную», как на старых компьютерах, или более прогрессивную, внешнюю, на сменных флэш-картах. Их неотъемлемая принадлежность – винчестер или стандартное ATA-устройство, а порой даже флоппи-дисковод, или SCSI-привод. Цифровая камера позволяет создавать собственные программы съемки и обработки изображения. «Звуковая карта», микрофон или динамик дают возможность вести запись речевых комментариев в процессе съемки, которые позднее можно прослушивать при воспроизведении.

Камера не обделена и устройствами связи: внешний интерфейс по быстрым USB, FireWire или SCSI-шинам, наряду с уже ставшими банальными и устаревшими последовательными (RS-232) и параллельными портами (для непосредственной печати на принтерах). Некоторые современные камеры имеют помимо этого еще и инфракрасный порт или даже сетевой интерфейс. Не говоря уже о различных кнопках-джойстиках, в том числе и с легко узнаваемыми названиями.

Для просмотра кадров, отснятых цифровой камерой, есть множество способов. Прежде всего, можно сразу увидеть их на встроенном жидкокристаллическом дисплее. Можно подать информацию на экран телевизора, подключившись к нему через стандартный кабель. Тот же кабель

соединит камеру и с видеомагнитофоном, который без всяких проблем перепишет с ее пленки кадры, как обычные телевизионные. Снимки размером с открытку можно распечатать на специальном принтере. Наконец, не остается в стороне и компьютер: изображения можно подать на его порт через отдельный блок.

В общем, действительно цифровая камера – это настоящий мультимедийный компьютер, в котором есть где попробовать свои силы и серьезному программисту, и любителю.

До недавнего времени цифровая камера отставала от обычной лишь по разрешающей способности снимков. На то были объективные причины. Дело в том, что объемы фотофайлов в их изначальном, «сыром» виде очень велики. Чтобы сравняться с кадром 35-миллиметровой пленки, они должны в зависимости от качества светочувствительного слоя содержать до 18 миллионов пикселов (наименьших различимых любыми средствами элементов изображения). Причем каждый пиксел несет отнюдь не один бит информации. Это справедливо только для черно-белого изображения, без всяких полутонов. А для полноценной передачи градаций серого требуется как минимум 8 бит, да еще по столько же на каждый из трех основных цветов. Вот откуда берутся 24, 32 или даже 36 бит на пиксел.

Поэтому оцифрованные кадры с хорошим разрешением и цветопередачей с самого начала были «тяжеловаты» даже для довольно мощных компьютеров, а не только для процессоров цифровых фотокамер. Но ряд достижений последнего времени позволяет решить проблему.

Во-первых, резко возросло быстродействие упомянутых процессоров. Во-вторых, подешевели ПЗС-матрицы высокой плотности, равно как и устройства памяти – и для компьютеров, и для цифровых фотокамер. В итоге аппаратура с высоким разрешением становится доступной широким массам любителей. Наконец, в-третьих, высокими темпами разрабатываются все более быстрые и эффективные алгоритмы сжатия изображений. Так удается в несколько раз сокращать огромные объемы графических файлов и, соответственно, увеличивать число кадров в памяти камеры и убыстрять их перезапись в компьютер. Ну а там уже можно снова разворачивать файлы изображений до полного, первоначального разрешения.

И еще, как оказалось, можно изменить конструкции самой ПЗС-матрицы. В Японии недавно разработали так называемую супер-ССО-матрицу. В отличие от уже привычной прямоугольной структуры расположения фотодиодов, образующих единичный элемент изображения – пиксел, в супер-ПЗС-матрице фотодиоды имеют восьмиугольную форму и располагаются друг относительно друга под углом сорок пять градусов. Благодаря такой «сотовой» структуре фотодиоды стоят ближе друг к другу, то есть увеличилась относительная площадь, занимаемая ими. В результате значительно увеличилась эффективная площадь поверхности, с которой снимается свет. В конечном счете увеличивается чувствительность такой матрицы, то есть повышается

уровень сигнала с единицы площади ПЗС-матрицы и, как следствие, снижаются паразитные шумы. По мнению компании-производителя, таким образом, увеличивается эффективная поверхность в 1,6 раза, улучшается цветовоспроизведение и соотношение «сигнал – шум», расширяется динамический диапазон, уменьшается расход энергии, увеличивается чувствительность и разрешение изображений.

Фотография, получаемая с такой супер-ПЗС-матрицы с разрешением в 1,3 мегапиксела, по качеству практически аналогична получаемой с традиционной «квадратной» матрицы с разрешением в 2,1 мегапиксела.

Цифровая камера все еще дороже обычных. Впрочем, в действительности она не так уж и дорога, если учесть ее преимущества. Она экономит время, а расходы по ее обслуживанию, в отличие от пленочной, можно свести практически к нулю. Ведь память цифровой камеры можно использовать многократно, аккумуляторы перезаряжать, а снимки не выводить на бумагу, а хранить только в электронном виде.

Современные часы

Время быстротечно. Чтобы уловить его ритм, человек придумал часы. Солнечные, лунные и звездные часы – механизм их подсказан самой природой, – на Востоке знали уже в глубокой древности. В V веке до нашей эры с ними познакомились греки, а два столетия спустя – римляне. Но пользоваться природными часами можно было лишь в ясную погоду. Тогда на помощь пришли водяные, огненные и песочные часы.

На рубеже XII-XIII веков появились часы механические. Имя изобретателя неизвестно, но придуманная им конструкция механизма в основных деталях сохранилась до нашего времени – достойный памятник неизвестному гению.

Первые колесные башенные часы начали отмерять почасовым боем время лондонцев на башне Вестминстерского аббатства в 1288 году, а в России они зазвонили на Спасской башне в 1404 году по указу сына Дмитрия Донского великого князя Василия Дмитриевича.

В XV веке часы с гирями украшали интерьеры дворцов, а изобретение пружины в начале XVI века в Нюрнберге позволило заключать механизм в корпус любой формы.

Ко второй половине XV века относятся самые первые упоминания об изготовлении часов с пружинным двигателем, который открыл путь к созданию миниатюрных часов. Источником движущей энергии в пружинных часах служила заведенная и стремящаяся развернуться пружина, которая представляла собой эластичную, тщательным образом закаленную стальную ленту, свернутую вокруг вала внутри барабана. Внешний конец пружины закреплялся за крючок в стенке барабана, внутренний – соединялся с валом барабана. Стремясь развернуться, пружина приводила во вращение барабан и

связанное с ним зубчатое колесо, которое, в свою очередь, передавало это движение системе зубчатых колес до регулятора включительно. Конструируя такие часы, мастера должны были решить несколько сложных технических задач. Главная из них касалась работы самого двигателя. Ведь для правильного хода часов пружина должна на протяжении длительного времени воздействовать на колесный механизм с одной и той же силой. Для этого необходимо заставить ее разворачиваться медленно и равномерно. Толчком к созданию пружинных часов послужило изобретение запора, не позволявшего пружине распрямляться сразу. Он представлял собой маленькую щеколду, помещавшуюся в зубья колес и позволявшую пружине раскручиваться так, что одновременно поворачивался весь ее корпус, а вместе с ним – колеса часового механизма. Так как пружина имеет неодинаковую силу упругости на разных стадиях своего разворачивания, первым часовщикам приходилось прибегать к различным хитроумным ухищрениям, чтобы сделать ее ход более равномерным. Позже, когда научились изготовлять высококачественную сталь для часовых пружин, в них необходимость отпала.

Сейчас в недорогих часах пружину просто делают достаточно длинной, рассчитанной примерно на 30-36 часов работы, но при этом рекомендуют заводить часы раз в сутки в одно и то же время. Специальное приспособление мешает пружине при заводе свернуться до конца. В результате ход пружины используется только в средней части, когда сила ее упругости более равномерна.

Изобретателем современных механических часов по праву считается нидерландский ученый Х. Гюйгенс, который в 1657 году применил маятник в качестве регулятора хода часов.

Позднее маятник сменился балансом – маленьким маховым колесом, которое колеблется около положения равновесия, вращаясь, то в одну, то в другую сторону. Так появились карманные, а потом и наручные часы.

Индивидуальные часы в XVI и в начале XVII века были редкостью, диковинкой, их изготавливали по индивидуальному заказу только очень состоятельных людей.

Привычная круглая или «луковичная» форма часового корпуса характерна для второй половины XVII века. В более раннее время были популярны часы-игрушки, оформленные в виде шара, креста, раковины или книжечки. Основные центры часового дела – Блуа, Париж, Лондон, Амстердам.

Нередко корпус имел восьмигранную форму и выполнялся из прозрачного материала. Это мог быть горный хрусталь, аметист, дымчатый топаз разных оттенков. Прозрачный граненый корпус позволяет наблюдать движение мельчайших деталей механизма. Циферблатного стекла еще не знали, и циферблат закрывала крышка, иногда прозрачная, иногда с прорезным орнаментом.

Нам с нашей привычкой торопиться было бы трудно точно определить время по таким часам. Ведь у них только одна часовая стрелка. Минутная появилась

лишь во второй половине XVII века.

Впрочем, подобные часы предназначались не только для измерения времени. Они были предметом роскоши, украшением костюма. Их весьма условно можно назвать карманными. Такие часы подвешивали на цепи, носили на шее. В России их называли «воротными», от слова «ворот».

В XVI-XVII веках интерьерные и индивидуальные часы привозили в Россию иноземные купцы, а государям они часто доставались в качестве посольских даров. Особо ценились те, что «чудные хитростию и искусством работы».

В XIX столетии в Швейцарии появились ставшие позднее знаменитыми часовые фирмы, например «Патек Филипп». Сегодня она принадлежит к немногочисленной «высшей лиге» швейцарских часовых фирм, более того – даже в этом узком элитарном кругу она умудрилась выделиться особо.

У истоков основанной в 1839 году фирмы стояли, как это ни парадоксально звучит, два славянина – поляки Антон Норберт Патек де Правджич и Франц Чапек. Первый был офицером-аристократом, бежавшим в Швейцарию после подавления Николаем I польского восстания; второй – часовщиком, также эмигрировавшим из Польши.

Начав со сборки часов из покупных механизмов и корпусов собственной разработки, «Патек Филипп» со временем добилась мирового признания, разработав шедевры часовой механики. Среди заказчиков фирмы в середине XIX века были королевские дворы всей Европы, а один из клиентов – римский папа Лев XIII, проникшись уважением к изделиям фирмы, даже удостоил Патека графского титула.

Практически все великие марки не избежали кризисов, и «Патек Филипп» не стала исключением. В 1930-е годы финансовые проблемы поставили фирму на грань выживания, а спасли ее новые хозяева – семья Штерн, которой она и принадлежит по сей день. Нынешний президент «Патек Филипп» Филипп Штерн является представителем уже третьего поколения владельцев марки.

К швейцарским классикам принято относить фирмы, обладающие полным производственным циклом. Это фирмы, самостоятельно производящие часовые корпуса, механизмы, окончательную сборку, а также имеющие свои традиции и более чем столетнюю историю. Стоит добавить, что «Патек Филипп» до сих пор является мануфактурой, существующей абсолютно автономно от каких-либо финансовых или отраслевых холдингов, что на фоне почти повального поглощения концернами именитых часовых марок тоже само по себе уникально.

«Патек Филипп» производит не более двадцати тысяч часов в год, а минимальная цена на изделия этой фирмы 5-6 тысяч долларов. Производственная программа «Патек Филипп» довольно разнообразна и редко подвергается коррекциям. Основу производства составляют коллекции «Калатрава», «Эллипс», «Наутилус».

На примере последней коллекции можно рассмотреть «классическое» направление в производстве часов. Как пишет в журнале «Компания» Юрий

Хнычкин: «Коллекция „Наутилус" обязана своим названием характерной форме сглаженного восьмиугольника ободка корпуса, копирующей судовой иллюминатор. Эта деталь – характернейшая для „Наутилуса" – не только придает часам совершенно особую форму, что облегчает визуальное опознавание модели, но интересна еще и тем, что ободок объединен в одно целое с корпусом: весь корпус „Наутилуса" (разумеется, кроме задней крышки) выполняется из цельного бруска стали или золота и не имеет соединений (подобной конструкцией обладают знаменитые „Rolex Oyster", но справедливости ради надо отметить, что у „Rolex" в силу особенностей конструкции имеется вращающийся ободок, выполненный, естественно, отдельно от корпуса). Прелесть такого корпуса в том, что он позволяет добиться стопроцентной защищенности механизма. Другая особенность „Наутилуса", выдающая модель, что называется, с головой, – чередование шлифованных больших и полированных центральных звеньев на браслете (эта черта отсутствует у моделей, выполненных на ремешке). „Наутилус" – часы отчетливо выраженного спортивного стиля. Механизм обычно с автоматическим заводом, у женских моделей – кварцевый. Водонепроницаемость гарантирована до глубины 120 метров, для моделей с кварцевым механизмом – до 60 метров. Корпус выполняется из желтого или белого золота, стали и даже платины, может быть декорирован бриллиантами. Несмотря на кажущуюся массивность, „Наутилус" очень элегантен и отличается не слишком большой толщиной корпуса (около 8 миллиметров). В качестве „опции" предлагается модель с индикатором запаса хода – дополнительным малым циферблатом, указывающим, на сколько еще хватит завода пружины. При этом индикатор лишен обычных для такой функции цифровых обозначений, перегружающих и без того небольшой циферблат, а указывает запас хода лишь схематично – наподобие указателя уровня топлива в баке автомобиля».

В лучших механических часах в наши дни неточность хода очень мала: не более 0,0001 секунды за сутки. Но изобретатели продолжали добиваться большей точности часов. На смену механическим часам пришли электронные. Взамен колебаний маятника или баланса стали использовать, например, упругие колебания кристалла кварца. Если к противоположным поверхностям кварцевой пластинки подвести переменный электрический ток, кристалл начнет совершать колебания, причем частота колебаний кварца отличается постоянством. Это позволило создать очень точные кварцевые электронные часы, в которых радиотехнический генератор вырабатывает ток высокой частоты, а кварцевый кристалл играет роль маятника, поддерживая строгое постоянство колебаний тока. Функции «шестерен» выполняют различные электронные схемы. Проходя через них, ток преобразуется и подводится к электродвигателю, который и вращает стрелки часов. Стабильность частоты колебаний обеспечивает равномерность движения стрелок и погрешность не более 1 мкс.

Тем не менее даже кварцевые часы имеют существенные недостатки. Главные из них – зависимость колебаний кварца от температуры окружающей среды и изменение частоты колебаний с течением времени.

Представителем направления, которое можно назвать хай-тек, является японская фирма «Касио», которой удалось создать в наручных часах записную книжку и даже инфракрасный пульт дистанционного управления, но и это уже стало достоянием истории. Последний же писк моды – наручный проигрыватель музыкальных файлов формата MP3. Он впервые интегрирован в модель Casio WMP-1V. В роли интегрированного носителя выступает флэш-карточка. Плейер вмещает 33 минуты цифровой музыки наилучшего качества. На передней панели музыкальных часов расположено 6 клавиш управления плейером. Емкости литиевого аккумулятора хватает на 4 часа воспроизведения. Столько же времени занимает и его полная зарядка. Для загрузки новых файлов часы подключаются к персональному компьютеру. Скорость загрузки данных – 70 секунд на четырехминутный MP3-файл. В комплект поставки входят программное обеспечение для синхронизации с ПК, зарядное устройство, стереонаушники и блок питания. Музыкальные часы компактными не назовешь, они выполнены в «спортивном» стиле. Но весят не много – всего 70 граммов.

Другие интеллектуальные часы той же фирмы содержат встроенный органайзер, записи которого синхронизируются с настольными или карманными компьютерами. Часы оборудованы специальным 4-разрядным процессором, имеют 24 Кбайт памяти, информативный дисплей с графическим, разрешение которого 48x10 пикселов, и цифровым с 12 символами-полями. Органайзер часов можно назвать достаточно емким. В частности, «Ежедневник» рассчитан на 340 записей, «Контакты» – до 100 записей, «Дела» – до 340 записей и, наконец, «Блокнот» может сохранять до 8100 символов. Синхронизация часов с компьютерами производится по инфракрасному интерфейсу на дистанции до 20 сантиметров. Часы достаточно компактны – всего 5x3,7x1,3 сантиметров.

Но и это не последнее чудо. «Касио» удалось встроить в часы наручную цифровую камеру. Крохотная CMOS-матрица обеспечивает разрешение 28800 пикселов. Реальные размеры снимка – 20x20 миллиметров, 120x120 точек. Конечно, такой снимок для домашнего альбома не подойдет. Однако задача такой камеры – быть всегда под рукой и сфотографировать не для выставки, а для дела. Возможностей малютки вполне хватит для того, чтобы, например, сфотографировать телефонный номер с настенного объявления. Передача данных ведется по инфракрасному интерфейсу. Кстати, любой снимок можно сразу подписать – 24 знакоместа для этого вполне достаточно, а потом отправить не только на компьютер, но и на другие часы «Casio Wrist Camera». Вес наручных часов-фотоаппарата – 32 грамма. Пользоваться ими предельно просто: дисплей часов переводится в режим цифрового видоискателя и остается лишь нажать на большую кнопку затвора.

В борьбе за точность ученые создали молекулярные часы, в которых используют способность определенных молекул поглощать и излучать электромагнитные колебания строго определенной частоты. Еще более точными «хранителями времени» оказались атомы некоторых элементов, например цезия. Неточность хода атомных цезиевых часов составляет 1 секунду за 10000 лет. Но и этот показатель удалось превзойти с помощью квантовых часов, в которых используются электромагнитные колебания водородного квантового генератора. Неточность таких часов – 1 секунда за 100000 лет!

Существуют и так называемые радиоактивные часы. С их помощью ученые измеряют очень большие промежутки времени – тысячи, сотни тысяч и даже миллионы лет. Например, возраст археологической находки или какой-нибудь горной породы. Принцип измерения основан на законе радиоактивного распада ядер химических элементов. Различные элементы распадаются с разной скоростью. Например, период полураспада (количество атомов уменьшается вдвое) урана-238 равен 4,5 миллиарда лет, урана-235 – 700 миллионам лет, а углерода-14 – «всего» 5500 лет. Сравнивая соотношение тех или иных элементов в изучаемом образце со скоростями их распада, ученые могут определить возраст исследуемого объекта в интервале от сотен до миллиардов лет.

Цифровое спутниковое телевидение

Передача информации на большие расстояния была и остается одним из самых важных с практической точки зрения применений искусственных спутников Земли. На первом специализированном связном американском спутнике в 1963 году был передатчик мощностью всего в 5 ватт и ненаправленная передающая антенна. Оттого на Земле сигналы спутника удавалось принимать только специальной антенной размером около тридцати метров. Чтобы выделять слабый сигнал на фоне шумов, на входе наземного приемника пришлось установить сложный и дорогой квантовый усилитель, охлаждаемый жидким гелием.

Космическая техника развивалась, и в 1970-х годах стало возможным выводить спутники связи на так называемую геостационарную орбиту, когда спутник как бы подвешен постоянно над одной точкой земной поверхности. Выросла мощность передатчика, а бортовые антенны заменили направленными, способными формировать узкий луч электромагнитной энергии, «освещающий» сравнительно небольшую часть земной поверхности. То есть мощность излучения не разбрасывалась во все стороны, а направлялась в основном адресату.

В качестве параметра, который характеризовал бы не только передатчик, но и антенну, ввели так называемую эквивалентную излучаемую мощность –

произведение мощности бортового передатчика и коэффициента усиления передающей антенны (имеется в виду эффект усиления, связанный с тем, что энергия концентрируется и излучается лишь в определенном направлении). Значение эквивалентной мощности достигло сотен, а затем и тысяч ватт. В результате наземные антенны удалось уменьшить в два-три раза, а для усилителя более не требовалось охлаждения жидким гелием. И все же о непосредственном приеме сигнала на домашний телевизор в этот период можно было только мечтать – стоимость приемной станции составляла около миллиона советских рублей.

Первая в мире распределительная телесистема «Орбита» начала действовать в СССР в 1967 году. Затем аналогичные системы появились в США, Канаде, Индонезии, Индии и в других странах. В 1977 году группа европейских стран организовала консорциум «Евтелсат» для обмена телепрограммами в сети «Евровидения». Основой сети стали три ведущих и один резервный спутник «Евтелсат-1», которые использовались и для передачи коммерческих ТВ-программ в диапазоне 11 ГГц. Еще несколько программ в этом диапазоне транслировались через спутники международной системы «Интелсат» и коммерческий спутник «Астра».

Сегодня многие телезрители обзаводятся собственными приемными системами, позволяющими принимать программы распределительных систем. В 1983 году, когда начались первые передачи через спутник «Евтелсат-1», Для этого требовалась приемная антенна диаметром не менее трех метров и оборудование стоимостью 20000 долларов.

Понадобились годы труда ученых и инженеров, чтобы сделать реальностью «тарелку» диаметром в 60 сантиметров, которую можно установить на балконе где-нибудь в Ижевске или Омске и принимать прямо со спутников десятки программ из разных стран.

Попробуем проследить, как телевизионные программы приходят к зрителю транзитом через спутник на примере «НТВ-плюс». Эта система непосредственного спутникового вещания (СНВ) в России действует и постоянно развивается с середины 1990-х годов.

С февраля 1999 года в этой сети начал работу спутник «Бонум-1», специально подготовленный для цифровой передачи. Современное оборудование цифровой компрессии и цифровой передачи позволяет передать через один ствол (транспондер) спутника вместо одной аналоговой программы до шести цифровых телевизионных, а при статистическом уплотнении – до 8-10 и даже 10-12. Но стоимость оборудования спутника и приемной установки значительно возрастает. В то время, когда создавалась первая сеть непосредственного спутникового вещания, цена цифрового тюнера превышала на мировом рынке тысячу американских долларов, цена же аналогового – в двадцать раз меньше. Это предопределяло выбор аналогового способа. Однако к 1999 году стоимость цифрового тюнера на мировом рынке опустилась примерно до 200 долларов. Это позволило полностью перейти на

цифровое вещание. Так, с 1 ноября 1999 года «НТВ-Плюс» перешло на цифровое вещание.

Преимущества цифрового вещания несомненны. Во-первых, это – снижение затрат на спутник (в расчете на одну программу) в 6-10 раз; улучшение пороговых свойств приемника; повышение реального качества изображения и звука. Во-вторых, это – предоставление потребителю дополнительных услуг, таких как воспроизведение программы передач на экране телевизора, удобный выбор каналов, возможность введения пароля и возрастного ограничения телезрителей, звуковое сопровождение на нескольких языках, передача данных, изменение программного обеспечения приемников по эфиру и т д.

Можно выбрать и вид приема: индивидуальный или коллективный. Если ограничиться только коллективным приемом, то можно уменьшить мощность спутника, поскольку приемная антенна имеет больший размер. Вместе с тем при этом будет потеряна часть потенциальной аудитории. Ведь даже в Европе, при широком развитии кабельных сетей, число индивидуальных спутниковых абонентов составляет почти пятьдесят процентов. Что говорить о России, где практически отсутствует опыт функционирования платных кабельных сетей и договорных отношений между вещателем и владельцем кабельной сети. Поэтому выбор в пользу индивидуального приема становится очевидным, что, впрочем, не исключает коллективного приема.

Массовый характер сети спутникового вещания и необходимость передачи сигналов «открытия» по эфиру заставляет применять сложные системы закрытия. Это необходимая защита от многочисленных «хакеров». Сейчас в «НТВ-Плюс» используется цифровая система закрытия фирмы «France Telecom» (Франция). Фактов ее «пиратского» раскрытия пока не обнаружено, а если это произойдет, меры противодействия предусмотрены.

Выбор основных энергетических параметров системы «НТВ-Плюс» был обусловлен многолетним опытом создания спутников в России и других странах, а также имеющимся на рынке массовым приемным оборудованием, целесообразным размером антенн приемной установки. Для системы «НТВ-Плюс» стали использовать спутник с ЭИИМ 50-48 дБВт. При современных малошумящих усилителях и тюнерах с улучшенными пороговыми свойствами сигнал можно принимать с антеннами диаметром 45-60 сантиметров. При зоне покрытия, соответствующей европейской части России, достаточна мощность ствола на спутнике в 80-100 Вт.

Существенное значение при создании системы имел выбор полосы частот. На международной конференции в Женеве в 1977 году приняли план распределения частотных каналов и позиций спутников на геостационарной орбите. Для западного полушария аналогичный план был принят в 1983 году. Каждая страна восточного полушария получила не менее пяти частотных каналов шириной 27 МГц. В соответствии с планом каждый спутник должен обслуживать одну или несколько территорий, соответствующих границам

одной страны. Советский Союз получил 70 частотных каналов на пяти орбитальных позициях.

Другие системы, работающие в диапазоне 12 ГГц, по праву можно назвать «непосредственным спутниковым телевещанием», поскольку на прием не требуется получать разрешение передающей стороны, а цена приемной установки сегодня не больше цены высококачественного телевизора.

Еще в Советском Союзе планировалось создание спутниковой системы в диапазоне 12 ГГц, в частности спутников, рассчитанных на передачу одновременно четырех ТВ-программ в одном широком луче (территории Казахстана, Украины), двух лучах среднего размера (Белоруссия, Узбекистан и другие республики Средней Азии) и одном узком луче (Прибалтика, Закавказье). Мощность бортовых передатчиков предполагалась такой, чтобы для индивидуального приема подходили антенны диаметром 1,1 метра, а для коллективного приема, где влияние оказывают взаимные помехи, – 1,5 метра.

Для размещения спутника «Бонум-1» Государственной комиссией по радиочастотам было выдано разрешение на использование одной из российских позиций в диапазоне СНВ.

«Спутник – самый важный элемент системы, – пишет в журнале „Радио" Л. Кантор. – В системе СНВ используется спутник типа HS376, изготовленный американской компанией Hughes (кстати, их изготовлено уже более 50). Спутник высоконадежен, рассчитан на срок службы 12 лет. Конструкция его необычна. Он имеет форму цилиндра, по всей поверхности которого расположены элементы солнечной батареи. Вращение всего наружного „стакана" способствует стабилизации положения оси спутника в пространстве. Внутренняя часть спутника, на которой расположена приемно-передающая антенна, остается неподвижной (т е. как бы вращается относительно наружного „стакана" в обратную сторону).

Спутник управляется со станции, расположенной под Москвой. Как показывает опыт, эксплуатационные его параметры поддерживаются с высокой точностью: погрешность сохранения позиции на орбите и наведения антенны существенно меньше заданной величины ±0,1 градуса. Для этого регулярно проводятся сеансы коррекции с помощью установленных четырех корректирующих двигателей и необходимого запаса топлива.

Наведение антенны спутника осуществляется либо по сигналу маяка, совмещенному с сигналами телеуправления, либо по диску Земли. Луч передающей антенны имеет специальную форму, соответствующую необходимой зоне обслуживания. Предусмотрена также возможность переключения передатчиков на второй облучатель, позволяющий сформировать зону восточнее основной. Полезная нагрузка спутника – восемь рабочих стволов с гибким резервом (из трех передатчиков), создающих в указанной зоне ЭИИМ не менее 50 дБВт. Все стволы работают круглосуточно, в том числе в периоды, когда спутник оказывается в тени Земли и его аппаратура питается от аккумуляторных батарей».

Современные телевизоры

Самым главным техническим достижением XX столетия, имеющим бытовое значение, французы назвали телевизор. В 1,5 раза меньше голосов собрал компьютер, в 2 раза меньше – мобильный телефон.

Современное телевидение, как это часто бывает, родилось из неглавного направления исследований, также, однако, представленного десятками имен. В 1907 году петербургский профессор физики (электроники тогда еще не было) Технологического института Борис Львович Розинг попытался запатентовать электронно-лучевую трубку в качестве приемника. Сначала изображение в электронно-лучевой трубке сканировалось, а затем передавалось принимающей трубке. В 1911 году Розинг усовершенствовал систему синхронизации передатчика и приемника и демонстрировал свой прибор публично, за что получил Золотую медаль Российского технического общества. Однако до бытового телевизора было еще далеко, предстояло решить множество технических проблем. Розинг «покушался» на них и даже пытался в 1925 году в СССР кое-что патентовать, но всех трудностей не преодолел. Это удалось его ученику Владимиру Козьмичу Зворыкину.

Начиная с 1910 года Владимир вел под руководством Розинга исследования в его лаборатории. После революции Зворыкин эмигрировал в США. В фирме «Вестингауз электрик» в Питтсбурге он приступил к реализации давно вынашиваемых идей электронного телевидения. С головой уйдя в работу, Зворыкин уже в 1923 году подал заявку на патент передатчика изображений с электронно-лучевой трубкой, содержащей пластинку, покрытую слоем фотоэлектрического материала. Впоследствии ему пришлось сожалеть о приведенном в заявке описании прибора, так как оно стало предметом длительного судебного разбирательства.

Свет от изображенного предмета вызывал электронные излучения различной интенсивности, зависящие от яркости объекта. Это электронное излучение усиливалось ионизацией паров аргона, которые заполняли контейнер. Таким образом, система Зворыкина позволяла передавать и получать телевизионное изображение чисто электронным путем, используя развертку изображения электронным лучом, без всякого механического движения. Это было существенным преимуществом зворыкинской системы, идея которой, как он сам все время подчеркивал, принадлежала Розингу.

В 1925 году, когда предыдущий патент еще гулял по бюрократическим инстанциям патентного управления США, а автор тщетно пытался заменить в нем один фотоэлектрический материал другим, Зворыкин подал на патентование другой проект, относящийся уже к цветной системе телевидения. Этот проект прошел на удивление быстро: в 1927 году права Зворыкина были признаны в Великобритании, а в 1928-м – в США. Собственно, этого было уже достаточно, чтобы считаться изобретателем

телевидения. Однако примерно в то же время ряд аналогичных проектов был запатентован или представлен на патентование в США, Великобритании, СССР, Франции, Германии и Японии. Сравнение их осложняется тем, что авторы использовали неустоявшуюся терминологию на своих языках, а порой скрывали наиболее важные элементы патента. Но система, созданная Зворыкиным, была, по-видимому, лучше доработана. Одно время казалось, что еще одно усилие, и система телевидения будет создана.

Все 1930-е годы прошли в ожесточенной конкурентной борьбе десятков создателей систем телевидения. Только в Соединенных Штатах над этим успешно работали Файло Фарнсуорт, Джон Бэйрд, Эдвин Армстронг и многие другие. А сюда нужно приписать француза Пьера Шевалье, немца Манфреда фон Арденне, японца Кенджиро Такаянаги…

Трудность объяснялась тем, что при развертке передаваемого изображения световое воздействие каждого его элемента на фоточувствительный слой происходит в течение всего лишь миллионных долей секунды. Возбуждаемый при этом фототок оказывается чрезвычайно малым, его усиление представлялось труднореализуемым технически. Задавшись целью найти способ накапливать заряд точечных фотоэлементов, Зворыкин получил в 1931 году специальную электронно-лучевую трубку с мозаичной фоточувствительной структурой – иконоскоп. После успешных испытаний иконоскопа изобретатель вместе со своими помощниками принялся за разработку телевизионной системы в целом. В 1933 году была создана телевизионная система с разложением на 240 строк, в 1934 году – на 343 строки с чересстрочной разверткой.

На доработку зворыкинской системы ушло дополнительно 10 миллионов долларов, прежде чем система заработала, и 40 миллионов, прежде чем она стала приносить доход. Но зато вскоре новая телевизионная система позволила передавать полноценные изображения, которые принимались на кинескопах тоже зворыкинской системы. Три камеры передающей системы помогли устроить прямую передачу с Олимпийских игр 1936 года из Берлина. Телевизионная аудитория была, правда, еще не очень велика: принимающая система механического типа стояла в специально снятом театре в Лондоне.

В конце 1938 года Зворыкин наконец-то получил патент на электронное телевидение, которого ждал пятнадцать лет, – да, это был тот самый патент 1923 года, причем всего поступило одиннадцать заявок на установление приоритета! И почти у каждого из заявителей были какие-то основания участвовать в этой гонке. Зворыкин доказал, что если и использовал достижения своих конкурентов, то делал это законно, купив право на них.

Многие десятилетия после появления телевидения ведущие производители телевизоров лишь совершенствовали их узлы и детали. Изображение становилось четче и контрастнее, цвета – насыщеннее, звук – чище и мощнее.

В первую очередь это достигалось за счет усовершенствования сердца телевизора – кинескопа. От его качества зависит совершенство аппарата в

целом. Как известно, изображение на экране формируется из сотен тысяч светящихся люминофорных зерен, которые располагаются в виде чередующихся вертикальных полос зеленого, синего и красного цветов. Они светятся под воздействием электронных лучей, которыми «обстреливают» экран три электронные пушки, «отвечающие» каждая за свой цвет. Специальные электромагниты фокусируют и отклоняют потоки электронов, а для того чтобы каждый луч засвечивал зерна определенного цвета, служит конструкция с продолговатыми отверстиями (теневая маска), расположенная позади экрана. Пересекаясь в отверстиях маски, лучи попадают на зерна «своего» цвета.

Отдельные фрагменты выглядят черными лишь по контрасту с соседними светлыми, между тем даже на этих участках люминофоры светятся, хотя и очень слабо. Следовательно, если сделать как можно темнее саму поверхность экрана, изображение станет более контрастным. Этого еще в 1988 году добились инженеры «Сони», изготовив кинескоп «Блэк тринитрон» с экраном из затемненного стекла. Одновременно это позволило уменьшить блики на поверхности от внешних источников света.

Иное решение для улучшения контрастности применила фирма «Тошиба»: вертикальные чередующиеся полосы люминофоров разделены тонкими черными полосками.

Поверхность экрана традиционного телевизора представляет собой часть сферы. Прямые линии вблизи краев на нем кажутся несколько изогнутыми. Кроме того, свет, проходя через стекло, претерпевает искажения тем большие, чем выше кривизна. В 1994 году «Сони» выпустила «Супер тринитрон» с экраном в виде части боковой поверхности цилиндра большого радиуса. Благодаря этому, а также другим новшествам, о которых речь пойдет ниже, компания сделала крупный шаг на пути к максимально реалистичному изображению. Конкуренты – «Панасоник» и «Филипс» – ответили моментально, изготовив свои кинескопы со сверхплоским экраном.

С каждым новым поколением телевизоров уменьшалась их глубина – расстояние от экрана до задней стенки. Правда, это потребовало увеличения угла отклонения луча. Разработчики получили новую головную боль. Ведь пятно от электронного луча вблизи края экрана деформировано, резкость и проработанность деталей изображения уменьшились. Инженеры видоизменили конструкцию электронной пушки. Опять впереди оказалась «Сони»: пушка «Тринитрон» объединила три источника лучей (вместо трех раздельных пушек). За счет равной длины пути всех лучей цвета сводятся почти идеально.

При длительной работе телевизора теневая маска, традиционно изготавливаемая из сплавов железа, нагревается и деформируется. Как следствие – нарушение цветов. Поэтому в ряде кинескопов стала использоваться маска из железоникелевого сплава (инвара), имеющего очень низкий коэффициент температурного расширения. Но самая необычная конструкция этого устройства использована опять же в «Супер тринитрон»

фирмы «Сони». Японские инженеры отказались от цельной маски с отверстиями и разработали сложный набор из тонких струн, закрепленных вертикально в специальном каркасе. В результате повысились прозрачность маски и светоотдача экрана.

Современные телевизоры прямо-таки перенасыщены электроникой, особенно дорогие модели с большим экраном. На них некоторые фирмы применяют цифровые системы цветового шумоподавления. «Панасоник» первым оснастил свой телевизор процессором, модулирующим скорость электронного луча для получения четких контуров вокруг частей изображения. Другие разработчики также стремятся насытить аппарат множеством полезных функций. Поэтому в современном телевизоре чего только нет: и таймер включения, и таймер «сна», благодаря которым телевизор будит владельца звуками любимой передачи, а вечером тот может удобно устроиться на диване, не боясь заснуть – телевизор сам выключится по истечении заданного времени. Для особо рассеянных есть модели с устройством, которое выключит приемник, если видеосигнал отсутствует более 15 минут. Телетекст, управление с помощью меню на экране, память настройки изображения, электронная блокировка доступа (защита от детей) – далеко не полный перечень функций современных моделей.

Наличие в дорогих моделях двух независимых тюнеров обеспечивает функцию «картинка в картинке». Можно контролировать происходящее на другом канале, не отрываясь от просмотра основного, включив в углу маленький экранчик.

Есть интересные новинки, не относящиеся к качеству изображения или набору функций телевизора. Фирма «Панасоник» наносит на экран антистатическое покрытие, препятствующее оседанию пыли. А «Самсунг» выпустил уникальный «биотелевизор». Специальное керамическое покрытие, нанесенное с обратной стороны экрана, пропускает длинноволновую часть инфракрасного излучения, которое, по утверждению специалистов, благотворно воздействует на организм человека.

Естественно, при высоком качестве «картинки» звук должен быть тоже на высоте. Его чистоте и мощности в акустических системах в сегодняшних телевизорах могут позавидовать иные музыкальные центры. Конструкторы стремятся как можно более эффективно использовать внутреннее пространство аппарата. Так, в некоторых моделях «Панасоник» с системой динамики расположены позади кинескопа, все верхнее пространство за ним используется как резонатор. В передаче звука участвуют элементы корпуса, а сам он выходит через узкую полоску над экраном.

Другие фирмы размещают громкоговорители в специальных объемных кожухах, а дефлекторы направляют звук к узким вертикальным решеткам справа и слева от экрана. Или в задней части кожухов акустической системы предусматривают отверстия, улучшающие воспроизведение низких частот и увеличивающие эффект «объемного звучания».

Электронные системы обработки звука позволяют изменять характер звучания. Можно подстраивать звук под особенности передачи («речь», «музыка», «театр») или легко смоделировать объем помещения («стадион», «зал», «диско»). «Панасоник» пошел еще дальше. В диффузор низкочастотного громкоговорителя были добавлены хитиновые пластинки, полученные с помощью биотехнологии. По утверждению разработчиков, они повышают чистоту звука.

Предваряя всеобщий переход на стандарт телевидения высокой четкости, некоторые компании начали выпускать аппараты с форматом экрана 16:9, при том что обычные модели имеют стандартный формат 4:3, а также модели стандартного формата, но с возможностью переключения в 16:9. Развертка с частотой 100 Гц вместо привычных 50 Гц позволяет устранить мерцание изображения и приблизить его вплотную к устойчивости слайда.

Первые образцы появились в конце 1990 года. Широкий экран – это, несомненно, значительный шаг вперед хотя бы по той причине, что он более соответствует кинематографическим стандартам, чем нынешний экран с соотношением сторон 4:3. Но преимущества эти пока слабо проявляются, не будучи поддержаны телевещанием, а вот стоимость широкоэкранных телевизоров ощутимо выше, чем обычных.

Проблема, с которой приходится сталкиваться обладателям широкоэкранного телевизора, связана с несоответствием форматов изображения и экрана. При попытке воспроизвести «картинку» формата 4:3 на телевизоре 16:9 (или наоборот), неизбежно происходит потеря полезной площади экрана, что проявляется в виде двух черных полос.

Против широкого экрана есть весьма веские доводы. Во-первых, широкоэкранные телевизоры дорого стоят. Это неоспоримый факт, особенно если посчитать стоимость единицы площади получаемого изображения. Во-вторых, у программного обеспечения (и в виде ТВ-передач, и в виде записей на кассетах и дисках) для широкоэкранных телевизоров довольно туманное будущее.

Другое направление – проекционный телевизор. На Берлинской Международной выставке бытовой электроники 1996 года фирма «Нокиа» показала подобную установку. «Нокиа» – первая компания бытовой электроники, поддержавшая технологию «Digital Micromirror Device», разработанную «Texas Instruments». Главное в ней – микросхема размерами 1,5x1 сантиметр, на которой размещено полмиллиона зеркал. Транзисторные переключатели управляют их отражающей способностью. Когда на транзисторный блок подается телевизионный сигнал, а поверхность схемы освещается ярким светом, через линзы на экран проецируется телевизионное изображение. Вращающиеся цветные фильтры придают ему окраску.

«Texas Instruments» первоначально разрабатывала это устройство для того, чтобы проецировать изображение через всю комнату на настенный экран. В Великобритании «Rank Brimar» стал выпускать такие зеркальные проекторы,

предназначенные для промышленных целей. «Нокиа» поместила то же самое устройство в телевизор с обратной проекцией. Это позволило при глубине корпуса всего 40 сантиметров получить плоское изображение размером 1,3 метра. С 1997 года проекционные телевизоры появились в широкой продаже.

И, наконец, о главном. То о чем давно говорили фантасты, должно свершиться. В каждый дом войдет объемное телевидение. На той же Берлинской Международной выставке бытовой электроники японская фирма «Саньо» собрала целую толпу вокруг своего телевизора трехмерного изображения, которое можно увидеть без специальных очков. Но эффект наблюдался только из одного положения и только с определенного расстояния от экрана. А все остальные могли «любоваться» лишь расплывчатой двоящейся картинкой.

В газете «Известия» Юрий Медведев рассказал о своей встрече с профессором Виктором Комаром в Научно-исследовательском кинофотоинституте (НИКФИ):

«Телевизор XXI века разобран на части, все внутренности на виду. Он намного сложнее привычного „ящика". Три электронно-лучевые трубки, три объектива, три жидкокристаллические шторки для перекрывания светового луча.

Гаснет свет, и во всей своей красе появляется Микки-Маус. Мышонок вылезает из экрана и превращается в могучего атлета, гордо напрягает мышцы.

– Можете ерзать, как угодно перемещаться в кресле – мышонок не искажается, – говорит Комар. – В этом «изюминка». Помните знаменитый стереофильм «Таинственный монах»? В кресле нельзя было пошевелиться, изображение смазывалось. Сиди как прибитый.

Кто же не помнит «Монаха»! Зрители вжимались в кресла, когда прямо в зал неслась конница или кадило раскачивалось так, что чуть не касалось лица. Эффект присутствия поразительный. В 1991 году советская кинотехника единственный раз в истории удостоилась «Оскара» за достижения в области стереокино…

В то время казалось, что от «Монаха» до массового трехмерного кино и телевидения рукой подать. Однако потребовался немалый срок, чтобы забрезжил свет.

– Главная трудность в том, – объясняет Комар, – что каждый глаз видит предмет двумерным, плоским, но в чуть разных ракурсах. В объемный его превращает мозг. Природа диктует нам принцип трехмерности: надо с помощью камер снять картинку с двух точек, а затем в каждый глаз подать изображение, предназначенное только для него. Для этого используются специальные очки. Широкого применения такая система не получила: не хотят люди надевать сложные оптические приборы».

В чем же, собственно, состоит открытие российских ученых? Они решили отказаться от очков и сделали экран из множества линз, как из чешуек.

Теперь на каждого зрителя приходится определенная часть экрана и определенное число линз, обслуживающих именно его. Сидя в своем кресле, зритель попадает в их фокус. Был серьезный недостаток – необходимость сидеть неподвижно. Через несколько лет ученые устранили и его. Нашли оригинальное решение: на экран подается картинка, снятая сразу с восьми ракурсов. Линзовый экран заменили более совершенным голографическим, созданным там же в НИКФИ. В результате всех усовершенствований зритель получил полную свободу. Теперь даже самый непоседливый на своем кресле видит качественную картинку, при этом он плавно «переходит» из одного фокуса в другой.

Подобные системы пытаются сделать и за рубежом. Об одном японском «объемнике» уже говорилось. Созданный же американцами в Кембридже, рассчитан лишь на одного зрителя. А наши уже знают, куда двигаться дальше.

«Я знаю, как ее упростить, – говорит Комар. – Вместо восьми дорогих телекамер можно применить всего две, снимающие картинку с крайних ракурсов, а промежуточные изображения получать с помощью компьютера. Три объектива легко заменяются одним. Все это позволит снизить цену телевизора, сделать его доступным для потребителя».

Принтеры

Для распечатки – вывода на бумагу, картон, пленку или на другой материал результатов работы компьютера используют автоматические печатающие устройства – принтеры (от английского print – «печать», «шрифт»).

Весь ассортимент производимых принтеров почти исчерпывается четырьмя принципами работы: принтеры на основе ударных технологий, принтеры на основе электрографических технологий, принтеры на основе струйных технологий, принтеры на основе термических технологий. Остальные способы печати носят узкоспециализированный или экспериментальный характер.

Старейшая технология печати – электрографическая. Первый подобный копировальный аппарат был изобретен еще до Второй мировой войны. Но прошло немало времени, прежде чем на основе этой технологии были созданы принтеры. Принцип их работы заключается в том, что на поверхности светочувствительного узла наводится заряд, соответствующий нужному изображению. Этот заряд притягивает тонерный порошок в соответствующих точках. Затем тонер переносится прямо на бумагу или на промежуточный носитель, с которого уже попадает на бумагу. Тонер буквально припекается к бумаге в специальном нагревателе, чтобы сделать изображение устойчивым.

По способу наведения заряда принтеры этого типа разделяются на лазерные и светодиодные.

Работа лазерных принтеров напоминает процесс ксерокопирования. Разница только в том, что вместо лампы используется тонкий лазерный луч, который

попадает на поверхность фотобарабана через зеркальную призму. По мере вращения призмы луч перемешается вдоль барабана, и формируется строка. При повороте барабана происходит смена строк. В результате на поверхности барабана образуются группы электростатических зарядов, соответствующие заданному изображению. Далее тонер подзаряжается и подается на барабан, а изображение переносится на лист бумаги или пленку и закрепляется в электронагревательном устройстве – «печке». Именно поэтому вышедшие из лазерного принтера листы теплые.

Лазерный принтер гарантирует высокое качество печати, работает он быстро и почти бесшумно. Правда, стоимость сменного картриджа, включающего в себя емкость с тонером и сам фотобарабан, довольно высока. Наибольшее распространение получили принтеры, печатающие до 12-16 страниц в минуту, а также более скоростные (20-24 страницы).

Используя тонеры разных цветов, можно получить изображения, похожие на фотографии. Однако скорость цветной печати ниже, а цена одной копии – выше.

В светодиодном принтере есть линейка из большого числа импульсных светодиодов – электрических устройств, излучающих свет. Светодиоды располагаются вдоль поверхности фотобарабана по одному на каждую точку. Сочетание сигналов светодиодов на строке и формирует изображение. Это позволяет уменьшить количество движущихся частей и оптических устройств в конструкции принтера. Качество печати таких принтеров высокое, изображение по краям листа не искажается.

В ударных технологиях между печатающим элементом принтера и бумагой помещается красящая лента – обычно в картридже, оборудованном механизмом перемотки ленты. Печатающий элемент наносит удар по красящей ленте, под действием чего краситель попадает на бумагу.

Принципиально различаются два варианта. Первый – печатающий элемент оформлен в виде готового знака (символа). Он был широко распространен в прошлом, поскольку обеспечивал четкую печать символов текста при высокой скорости. Требования к печати графической информации к устройствам этого типа не предъявлялись; для этой цели использовались графопостроители. По мере расширения сферы применения компьютеров печать готовыми знаками постепенно утратила свои позиции, поскольку при ней невозможно менять размер символов, набор символов ограничен, возможности графической печати минимальны.

Второй вариант – печатающий элемент синтезирует в процессе печати наносимую информацию «на ходу» из точек. Каждая точка образуется ударом иголки. Почти все современные принтеры, использующие ударную технологию, синтезируют изображение из точек. Иголки ударного механизма образуют нечто вроде матрицы. Вот почему такие принтеры у нас называют матричными.

Обычно иголки помещаются в головку, совершающую движения поперек

направления подачи бумаги. После того как головка сформирует горизонтальную полосу изображения, бумага подается на ширину, необходимую для печати следующей полосы.

Для увеличения быстродействия ударных принтеров размер матрицы из иголок увеличивают вплоть до ширины листа, при этом сам печатающий узел остается неподвижным. Это так называемые линейно-матричные принтеры.

К достоинствам матричных принтеров относятся небольшие эксплуатационные расходы, высокая устойчивость к внешним условиям, а также возможность печати на толстых и многослойных бумагах. Однако у матричных принтеров ограничены возможности графической печати и минимальные возможности работы с цветом.

В основном такие принтеры применяются в промышленности, транспорте, в финансовом секторе, торговле, коммунальных службах.

Самые распространенные сегодня принтеры основаны на струйной технологии. Здесь измельченный краситель в виде капель распыляется на материал – чаще всего на бумагу. Обычно, как и в матричных принтерах, печатающая головка движется поперек направления подачи носителя, формируя полосу изображения, а затем носитель сдвигается для печати следующей полосы. Однако вместо иголок в головке имеется множество сопел для выбрасывания краски. Если используется только черный (монохромный) картридж, изображение будет черно-белым. Набор цветных картриджей позволяет получать качественное цветное изображение.

В струйной технологии сложились две разновидности, термоструйная, в которой активизация краски и ее выброс происходят под действием нагрева, и пьезоэлектрическая, где выброс краски происходит под давлением, создаваемым колебанием мембраны.

Струйные принтеры дешевле лазерных. Кроме того, по мнению экологов, они «чище», поскольку работают практически бесшумно и выделяют меньше озона – сильного окислителя, вредного для здоровья. Габариты струйного принтера невелики, поэтому его можно легко переносить с одного места на другое. Однако и у струйного принтера есть недостатки: меньшая, по сравнению с лазерным, скорость печати и «чернильницу» приходится часто менять.

В группу «термические технологии печати» собирают принтеры, довольно разные по нюансам технологии и конструкции, для которых принципиально важным является тепловой принцип действия.

При бескрасочной технологии с использованием термочувствительной бумаги изображение формируется путем прямого контакта печатающей головки с бумагой. Нагрев поверхности головки приводит к «окрашиванию» соответствующих точек на бумаге.

Достоинства принтеров бескрасочной термопечати: прекрасная масштабируемость и низкие эксплуатационные расходы. Недостатки принтеров бескрасочной термопечати: ограниченные графические

возможности, а также низкая стойкость отпечатка.

При обычном термопереносе краситель находится на ленте подобно тому, как это реализовано в матричных принтерах. Однако перенос его на бумагу происходит не вследствие удара, а под действием нагрева нужных точек поверхности головки. Частным случаем термопереноса является сублимационная печать, при которой краситель возгоняется в газообразное состояние и впитывается в поры на поверхности специальной бумаги, после чего изображение обычно фиксируется (например, наносится защитный слой).

В большинстве случаев на термопереносных принтерах можно при желании печатать на термочувствительной бумаге без использования красителя, хотя эту возможность обычно не афишируют. При этом качество печати получается примерно таким же, как у термического факсимильного аппарата.

В последнее время быстро развивается твердочернильная технология. В этом случае разогретая до плавления краска наносится на промежуточный носитель – печатный барабан, откуда попадает на бумагу.

Достоинства твердочернильной технологии: высокое качество цветопередачи, высокая скорость печати, относительно низкие эксплуатационные расходы. К недостаткам этой технологии надо отнести довольно высокую стоимость. Однако в будущем они должны стать опасным конкурентом лазерным цветным принтерам и по этому показателю.

Сканеры

Сканер – это устройство, служащее для ввода в компьютер графических изображений: текстов, рисунков, слайдов, фотографий, чертежей. В большинстве сканеров для преобразования изображения в цифровую форму применяются светочувствительные элементы на основе приборов с зарядовой связью (ПЗС).

Сканеры различаются по механизму сканирования. Существуют системы с подвижным зеркалом, когда оригинал неподвижен, имеющие интегрированную сканирующую головку, и системы с подвижным оригиналодержателем, обладающие механически независимой сканирующей частью.

По способу перемещения считывающей головки и изображения относительно друг друга сканеры подразделяются на ручные, рулонные, планшетные и проекционные. Разновидностью проекционных сканеров являются слайдсканеры, предназначенные для сканирования фотопленок. В высококачественной полиграфии используются барабанные сканеры, в которых в качестве светочувствительного элемента используется фотоэлектронный умножитель.

Принцип работы наиболее распространенного однопроходного планшетного сканера состоит в том, что вдоль сканируемого изображения, расположенного

на прозрачном неподвижном стекле, движется сканирующая каретка с источником света. Отраженный свет через оптическую систему сканера, состоящую из объектива и зеркал или призмы, попадает на три расположенных параллельно друг другу фоточувствительных полупроводниковых элемента на основе ПЗС, каждый из которых принимает информацию о компонентах изображения.

Используемый в конструкции того или иного сканера источник света в немалой степени влияет на качество получаемого изображения. В настоящее время используются четыре типа источников света.

Ксеноновые газоразрядные лампы отличает чрезвычайно быстрое время включения, высокая стабильность излучения, небольшие размеры и долгий срок службы. Но, с другой стороны, они не очень эффективны с точки зрения соотношения количества потребляемой энергии и интенсивности светового потока, имеют неидеальный спектр, что может вызвать нарушение точности цветопередачи. Кроме того, они требуют высокого напряжения – порядка 2 кВ.

Люминесцентные лампы с горячим катодом обладают наибольшей эффективностью, очень ровным спектром (которым к тому же можно управлять в определенных пределах) и малым временем разогрева (порядка 3-5 секунд). К отрицательным сторонам можно отнести не очень стабильные характеристики, довольно большие габариты, относительно недолгий срок службы (порядка 1000 часов) и необходимость держать лампу постоянно включенной в процессе работы сканера.

Люминесцентные лампы с холодным катодом имеют очень большой срок службы (от 5 до 10 тысяч часов), низкую рабочую температуру, ровный спектр. Конструкция некоторых моделей ламп с холодным катодом оптимизирована для повышения интенсивности светового потока, что негативно отражается на спектральных характеристиках. За перечисленные достоинства приходится расплачиваться довольно большим временем прогрева от 30 секунд до нескольких минут. У этих ламп также более высокое, чем у ламп с горячим катодом, энергопотребление.

Светодиоды обладают очень малыми габаритами, небольшим энергопотреблением и не требуют времени для прогрева. Во многих случаях используются трехцветные светодиоды, с большой частотой меняющие цвет излучаемого света. Однако светодиоды имеют довольно низкую (по сравнению с лампами) интенсивность светового потока, что снижает скорость сканирования и увеличивает уровень шума на изображении. Весьма неравномерный и ограниченный спектр излучения влечет за собой неизбежное ухудшение цветопередачи.

Для сканирования непрозрачных оригиналов и прозрачных пленок, слайдов и негативов существуют планшетные сканеры со слайд-модулем. Еще три-четыре года назад подобные сканеры были довольно дорогими. Относительно высокие цены были оправданы конструктивной сложностью – ведь для сканирования в проходящем свете использовался дополнительный источник

света, расположенный над планшетом в специальной крышке и перемещавшийся синхронно с кареткой.

В настоящее время появилось новое поколение недорогих «планшетников» со слайд-модулями, главной отличительной особенностью которых является использование неподвижного источника света для сканирования прозрачных оригиналов. Подобное решение позволяет отказаться от громоздкой и дорогой механической системы, а следовательно, значительно снизить стоимость и повысить надежность.

Конечно, подобное решение не лишено недостатков – для обеспечения необходимой интенсивности светового потока требуется лампа гораздо большей мощности, чем в случае использования подвижного источника света, что, в свою очередь, значительно увеличивает энергопотребление и количество выделяемого при работе тепла. Еще более сложной задачей является необходимость обеспечения стабильного и равномерного освещения области сканирования. Чтобы выполнить данные требования, сохранив при этом приемлемые цены на подобные изделия, необходимо было прийти к некоторому компромиссу.

Здраво рассудив, что подавляющее большинство сканируемых в домашних условиях прозрачных оригиналов составляют 35-миллиметровые негативы и диапозитивы, производители уменьшили максимальный размер сканируемой в проходящем свете области. Меньшую интенсивность светового потока скомпенсировали увеличенным временем экспозиции, принеся в жертву скорость сканирования.

Сотовая связь

Оказывается, на вопрос, сколько лет телефону, ответить не так-то просто. Судите сами: принцип трансформирования вибрации мембраны от звуковых волн в электрический сигнал, который подлежит в дальнейшем передаче по проводам на расстояние, открыл французский исследователь Шарль Бурсоль в 1854 году. Позже немецкий естествоиспытатель Иоганн Рейс научился передавать по проводам музыкальные звуки. Но передавать речь все не получалось. Наконец, в 1876 году удача улыбнулась американскому изобретателю Александру Беллу, который догадался, что для передачи речи нужен постоянный ток, и разработал примитивный (но работающий) телефонный аппарат.

Выглядел он ужасно: в центре «натюрморта» находился подковообразный магнит с намотанной на него проволокой – никакой эстетики. Оговоримся, что приоритет Белла – это американская версия истории, но некоторые исследователи ее оспаривают, находя в изобретении «русский след». Впрочем, запатентована технология была именно Беллом, да и словом «телефон» мы обязаны ему. С тех пор телефон начал стремительно меняться и

внешне и изнутри. В 1920-е годы это был «колокольчик» со съемным громкоговорителем. В 1937 году телефон обзавелся привычной ныне трубкой и вращающимся диском для набора номера. И прожил в таком виде в СССР и в странах Восточной Европы до конца 1980-х. Советская промышленность никогда не выпускала беспроводные телефоны. Мобильность в пределах собственной квартиры решалась установкой длинного, более десяти метров, витого шнура, позволяющего унести телефон в соседнюю комнату.

В начале 1990-х годов появились беспроводные телефоны с кнопочным набором. Постепенно домашние и офисные аппараты, работающие в диапазоне 50 МГц с радиусом действия в несколько десятков метров, были вытеснены 900-мегагерцевыми аппаратами. Последние обеспечивали более высокую помехозащищенность, некоторую защиту от аппаратов-двойников и радиус действия – до нескольких сот метров от базовой станции. Реальный радиус действия сильно зависел от типа помещения, числа бетонных переборок и прочих препятствий. Однако современные 900-мегагерцевые аппараты позволяют комфортно работать в крупном офисе и многоэтажном здании.

По сути, предками сотовой подвижной связи были радиотелефонные удлинители и различные автономные сети радиосвязи. Кстати, широко известная еще в советские времена радиально-зоновая сеть спецсвязи «Алтай», которой пользовалась тогдашняя государственная элита, обеспечивала подвижность в пределах сот внушительного размера. Поскольку абонентов у этой сети было немного, вопрос об экономии радиочастотного ресурса тогда не стоял. Аналогичные системы связи имелись и в других странах, но это была лишь прелюдия к будущей сотовой связи. Внедрение настоящих сотовых сетей началось лишь после того, как была решена проблема экономии спектра радиочастот и найдены способы определения текущего местоположения подвижных абонентов. Это было необходимо для оптимального направления к ним вызовов и обеспечения непрерывности связи при перемещении абонента из одной соты в другую.

Рождение сотовой связи относят к 1971 году. Именно тогда компания «Bell System» представила в Федеральную комиссию США по связи (FCC) описание архитектуры радиотелефонной связи, которая впоследствии и стала называться сотовой. Но путь от идеи до реального проекта занял довольно долгий срок – коммерческие сотовые сети заработали лишь через десять лет.

Разработка в 1970-х годах сотовых систем и их последующее внедрение в 1980-х годах потребовали решения разнообразных и весьма непростых технических проблем. Одной из серьезнейших было создание небольших по размерам и весу переносных абонентских терминалов. На рубеже 1970-х годов даже передовые по техническим решениям автомобильные терминалы весили немногим менее 15 килограммов. И такое же по назначению устройство надо было реализовать в размерах и весе, приемлемых для удержания одной рукой возле уха. Первыми успехами удалось блеснуть

специалистам компании «Motorola» (США).

Один из родоначальников новых направлений телекоммуникаций – Мартин Купер, занимавший в начале 1970-х годов пост вице-президента компании «Motorola». Он первым предложил пути кардинального уменьшения размеров радиотелефона. И вот в 1973 году появился первый сравнительно небольшой радиотелефон, который успешно прошел лабораторные испытания. Мартин Купер сделал с него первый звонок коллеге-конкуренту из «Bell Laboratories». Как свидетельствует сам Купер, он произнес следующие слова: «Представь себе, Джоэл, что я звоню тебе с первого в мире сотового телефона. Он у меня в руках, а я иду по нью-йоркской улице».

В середине 1980-х годов имя Мартина Купера было помещено в Зале Славы беспроводной связи.

Первые системы сотовой связи были аналоговыми и обладали одним серьезным недостатком – несовместимостью систем различных производителей. Это существенно ограничивало возможности перемещения абонентов между странами и даже городами, в которых были развернуты разнотипные системы.

Столь привычные современному пользователю аналоговые сотовые сети начали создаваться в начале 1980-х годов во многих странах Европы на базе унифицированного оборудования стандарта ММТ-450 и в США – на базе стандарта AMPS. Именно им в ту пору суждено было принять на себя основную часть подвижных абонентов во всем мире.

В результате европейской инициативы в 1982 году возникла группа экспертов подвижной связи GSM (Group Special Mobile) из 17 европейских администраций связи, которая приступила к разработке нового цифрового стандарта сотовой связи. Многолетние усилия GSM увенчались успехом, и сегодня мы имеем еще одну широко распространенную расшифровку аббревиатуры GSM. Global System for Mobile Communications (глобальная система подвижной связи).

Для решения проблем внедрения и эксплуатации нового стандарта в 1987 году была основана европейская рабочая группа MoU – меморандум понимания сущности совместных соглашений по использованию. Это сообщество партнеров насчитывает к настоящему моменту не одну сотню операторов из почти 100 стран мира. Серьезный подход европейцев к созданию нового стандарта привел к успеху – появлению нынешнего лидера европейской сотовой связи – стандарту GSM, работающего в диапазоне 900 МГц.

«В 1988 году были приняты основные документы и началось освоение производства оборудования для сервисных систем этого стандарта, – пишет в журнале „Радио“ А. Голышев. – А в 1991 году первые сети GSM уже стали практически эксплуатироваться. До сих пор процесс создания этого стандарта может считаться образцом совместного решения сложных технических и организационных задач большой группой стран. Разработанные в рамках GSM

системные и технические решения широко используются в настоящее время при создании перспективных цифровых систем сотовой связи, в том числе и на базе других технологий. В первую очередь, к таким решениям относится построение сетей GSM на принципах интеллектуальных сетей, применение модели открытых систем, внедрение новых эффективных моделей повторного использования частот и т п.».

В стандарте используется многостанционный доступ с временным разделением каналов (TDMA), функционирующий в диапазоне частот 890…915 МГц (по линии «вверх») и 935…960 МГц (по линии «вниз») с шириной полосы канала 200 кГц. Помимо каналов трафика присутствуют также каналы управления. Таким образом, в одном физическом радиоканале в GSM реализовано восемь логических каналов связи, каждым из которых может пользоваться отдельный абонент.

Одна базовая станция может поддерживать максимально 16-20 радиоканалов. Максимальная скорость передачи данных в системе – 9,6 Кбит в секунду.

В стандарте GSM применяется так называемая спектрально-эффективная гауссовская частотная манипуляция с минимальным частотным сдвигом. Для защиты от ошибок в радиоканалах системы GSM используется сверточное и блочное кодирование с перемежением.

Сверточное кодирование борется с одиночными ошибками, перемежение позволяет преобразовать групповые ошибки в одиночные, а блочное кодирование освобождает от оставшихся нескорректированных ошибок. Повышение эффективности кодирования и перемежения при малой скорости перемещения абонентских терминалов достигается медленным переключением рабочих частот в процессе сеанса связи со скоростью 217 скачков в секунду.

Для высокой степени безопасности передачи сообщений осуществляется их дополнительное шифрование по алгоритму с открытым ключом.

«Функциональный состав системы вполне традиционный, – отмечает А. Голышев, – она состоит из центра коммутации, центра управления и обслуживания, базовых станций и абонентских терминалов.

Центр коммутации обслуживает группу ячеек (сот), в каждой из которых находится базовая станция (отдельные группы базовых станций управляются специализированным контроллером), обеспечивая все виды соединений, в которых нуждается абонентская подвижная станция, а также «эстафетную передачу» при движении абонента (из соты в соту) и переключение радиоканалов при появлении помех или неисправностей. Центр коммутации непрерывно отслеживает местонахождение подвижных станций, сохраняя эту информацию в специальных защищенных базах данных. Это позволяет осуществлять обслуживание (роуминг) пользователей других сетей данного стандарта (принадлежащих другим операторам)…

…Разработчики позаботились о том, чтобы система GSM обладала собственным внутренним механизмом определения местоположения абонентов

и маршрутизации вызовов, не зависящим от конкретной телефонной сети, к которой подключена, и соответственно могла бы достаточно просто сделать то же самое в любой части каждой страны. Все это облегчает организацию автоматического роуминга, что ныне широко используется во всем мире».

Для исключения несанкционированного доступа в сеть GSM производится аутентификация абонента. При этом каждый получает на время пользования сетью стандартный модуль подлинности абонента, который содержит международный идентификационный номер, свой индивидуальный ключ и алгоритм аутентификации. Вставив свою карту в терминал, абонент превращает последний в свой индивидуальный аппарат. Чтобы обеспечить дополнительную защиту своего терминала, абонент может установить такой режим работы, при котором необходимо дополнительно набрать на клавиатуре pin-код.

Еще один важный узел сети GSM, отвечающий за ее надежность, – это центр эксплуатации и технического обслуживания (ОМС). Он обеспечивает контроль и управление всеми компонентами сети, а также контролирует качество ее работы. В зависимости от характера неисправности ОМС позволяет устранить ее автоматически или с помощью экстренного вмешательства технического персонала.

Сеть GSM имеет центр управления, предназначенный для эксплуатации и технического обслуживания всей сети, которая может содержать несколько региональных ОМС.

Система предоставляет своим абонентам широкий спектр услуг передачу вызова, оповещение о тарифных расходах, включение в закрытую группу пользователей. Применение в сети различного оборудования позволяет, кроме осуществления голосовой связи, передавать данные, короткие сообщения, сигналы экстренных служб, в том числе аварийной информации, сигналов охраны квартир, бедствия.

«Умный дом»

Как ни удивительно звучит – автоматизировать свое жилище намного дешевле, чем провести евроремонт. Для этого не требуется никаких видимых изменений: не надо отрывать обои, долбить бетонные стены и т п. – все управление происходит по обычным электрическим проводам. Достаточно, чтобы в вашем доме было электричество.

Самый простой набор для автоматизации состоит из устройств трех основных типов. Это контроллер – «мозг» системы, устройство для включения и выключения чего-либо и устройство для плавного включения-выключения света. Каждое устройство включается в обычную розетку. Контроллер так и остается в ней, а к двум другим типам устройств подключаются настольные лампы, кофеварки, чайники, кондиционеры и т п. В случае с устройствами для

управления лампами можно использовать и специальные переходники, вкручиваемые в цоколь лампы.

Достаточно на контроллере задать код дома или квартиры, код устройства, команды для включения-выключения и можно наслаждаться жизнью. Для управления настольными лампами также существуют более «интеллектуальные» устройства, запоминающие уровень освещенности в момент выключения и восстанавливающие его при включении.

Одной из распространенных сегодня технологий автоматизации дома является X10. «Естественно, мы можем подключить музыкальный центр или видеомагнитофон к контроллеру X10, – пишет в журнале „Компьютер-пресс" Алексей Федоров, – только проку от этого будет мало, так как отключенный от сети видеомагнитофон сразу же (или через некоторое время) „забудет" о номерах каналов, а музыкальный центр потеряет настройки на радиостанции. Решение этой проблемы кроется в приобретении устройств, которые могут преобразовывать сигналы X10 в инфракрасные сигналы, схожие с теми, которые посылает обычный пульт дистанционного управления. Таким образом, с обычного контроллера можно будет управлять более „чувствительными" устройствами.

Не менее интересна и возможность управления всеми устройствами с единого дистанционного пульта. Например, вместо того чтобы идти на кухню и выключать свет или включать кофеварку, можно просто нажать пару кнопок. Такая возможность, например, есть в наборе IBM Home Director (HD), позволяющем управлять шестью аудио– или видеоустройствами и десятью устройствами, подключенными к контроллеру X10.

Понятно, что можно добавить к нашему базовому набору датчики освещения, движения, миниатюрные видеокамеры, датчик приближения автомобиля (актуально на даче, но не в городе!) и т п. Это позволит узнавать о том, не подслушивают ли соседи по коммуналке под дверью, не стоит ли кто-то у входной двери, не решаясь нажать на кнопку звонка, и т п.».

Новые возможности открываются, если у вас есть персональный компьютер.

С помощью набора HD можно задавать сценарии включения-выключения освещения и различных устройств, находящихся в доме, автоматически следить за изменением освещенности, создавать последовательности команд X10 и записывать их в виде макросов, управлять устройствами непосредственно с компьютера. При этом команды могут либо посылаться компьютером, либо их можно занести в память контроллера и выключить компьютер – HD будет работать автономно.

Функции, предоставляемые HD, аналогичны функциям X10 ActiveHome и позволяют использовать программное обеспечение и аксессуары, разработанные для ActiveHome. Набор дополнительных модулей может быть расширен практически любым X10-совместимым устройством.

Для расширения функциональности HD можно использовать набор, включающий пять дополнительных модулей X10. Одним из наиболее

популярных на сегодняшний день является набор Home Vision, состоящий из блока управления и средств для контроля за устройствами. Этот набор позволяет управлять устройствами как с компьютера, так и с экрана телевизора. Все программирование осуществляется с помощью компьютера, который затем может использоваться для мониторинга и управления в реальном времени. Он может запоминать до 256 команд и позволяет передавать их по полученному сигналу. Управление осуществляется как непосредственно командами X10, так и инфракрасными командами. К устройству могут быть подключены различные сенсоры, активизация которых может приводить к возникновению различных программных «событий». Что должно происходить в результате таких «событий» – решать пользователю.

При помощи устройства HouseLink можно создать план квартиры, этажа или всего дома. Надо указать устройства, которыми необходимо управлять, и местоположение контроллеров Программное обеспечение позволяет получать в реальном времени информацию о состоянии того или иного устройства.

Все управление осуществляется инфракрасными сигналами, которые посылаются как с компьютера, так и с самого блока устройства. HouseLink можно задать различные условия: время года, время суток, состояние определенных устройств. Блок сам решает, должна ли быть выполнена та или иная команда. Допустим, при включении домашнего кинотеатра может быть автоматически выбран различный уровень освещенности в зависимости от времени суток.

Можно сказать, классическим устройством для управления домом является ActiveHome Automation Kit. Оно позволяет с помощью компьютера или пульта дистанционного управления выполнять все операции по управлению X10-совместимыми устройствами.

В состав устройства входит пульт дистанционного управления и модуль для управления светом. Основной его модуль подключается к персональному компьютеру через последовательный порт.

Можно управлять X10-совместимыми устройствами с помощью голоса. Для этого используют, например, пакет HomeVoice.

«В нем используются новейшие технологии распознавания речи, с помощью которых можно просто произносить команды, – пишет Алексей Федоров. – Используя HomeVoice MultiRoom Kit, можно управлять целым домом или квартирой, находясь в любой комнате. Работая с HomeVoice, вы выбираете командные фразы и ассоциируете их с действиями, которые необходимо выполнить. Таким действием может быть команда X10, команда, посылаемая по ИК-каналу, макрос и т п. – все зависит от возможностей конкретного контроллера. HomeVoice подтверждает получение команды и даже отвечает на них. Например, в ответ на команду „Я дома" HomeVoice воспроизводит „Добро пожаловать. Как прошел день?" или любую другую фразу по выбору.

HomeVoice обладает возможностью по-разному реагировать на команды, произносимые разными людьми. Это может быть полезно в тех случаях, когда

какие-то действия могут быть инициированы, например, только отцом семейства.

Как мы отмечали выше, HomeVoice MultiRoom Kit дает возможность управлять контроллером из любой комнаты. В состав этого пакета входят микшер MixMax, позволяющий сбалансировать сигналы с восьми различных микрофонов, компрессор сигналов и программное обеспечение».

Те, кто не боятся переделок в своем жилище, могут установить вместо обычных комбинированные выключатели. Они объединяют в себе функции обычных выключателей и контроллеров X10. Оригинально выглядят монтируемые в стены контроллеры, отображающие текущее состояние на жидкокристаллических панелях. Вместо компьютерных контроллеров можно использовать и специальные панели с подсветкой, которые успешно выполняют функции «диспетчера».

В самом простом случае для управления аудио– и видеоаппаратурой в виде музыкального центра, набора соединенных блоков или целого домашнего кинотеатра можно использовать передатчики ИК-сигналов. Значительно сложнее система Whole-House Audio/Video. В основе этой системы лежит централизованный источник аудио– и видеосигналов и распределенные по комнатам динамики и экраны. Контроль над такой системой осуществляется как с панели, так и с обычного пульта дистанционного управления. Существует несколько способов реализации подобной системы.

Самый простой из них базируется на едином усилителе/ресивере. Именно он распределяет сигналы по разным комнатам. В каждой комнате находится собственный регулятор громкости. При выборе источника сигнала используется система распределения ИК-сигналов.

Более комплексной является система разделения комнат на «зоны» – в этом случае в каждой зоне могут воспроизводиться сигналы с различных источников. В данном случае можно использовать специальные многозонные усилители.

И, конечно же, всей аудио– и видеоаппаратурой можно управлять и при помощи компьютера. Для этого вполне подходят уже рассмотренные системы, причем оснащенные средствами распознавания речи типа HomeVoice. Все это позволяет, например, каждому члену семьи смотреть и слушать то, что ему хочется и, самое главное, где ему хочется.

Можно сделать так, чтобы любимая музыка сопровождала вас по всему дому. Секрет достаточно прост. Надо лишь правильно расположить датчики движения и настроить их так, чтобы они включали и выключали соответствующий источник.

Карманный компьютер

Наиболее перспективным направлением компьютерной промышленности

последних лет считается рынок компактных компьютеров, умещающихся в кармане пиджака и при этом не уступающих по мощности и удобству своему настольно-напольному собрату.

Сейчас все более популярным становится симбиоз компьютера и мобильного телефона, называемый «мобильным офисом», который неизбежно станет нашим постоянным спутником жизни.

В его состав может входить много компонентов, но самые главные – ноутбук или карманный компьютер, мобильный телефон с инфракрасным портом и переносной принтер. Вкупе они весят меньше килограмма и позволяют получить доступ к Интернету и электронной почте, редактировать и печатать документы, а также отсылать факсы и фотографии.

Сердце мобильного офиса – карманный компьютер Windows CE, Psion, Palm. Размер его памяти принципиально не важен – большая часть наиболее часто используемых приложений (почта, текстовый редактор) будет работать и в минимальной конфигурации. В компьютер входят последовательный и инфракрасный порты, в ряде моделей – встроенный факс-модем. Вес карманного компьютера очень мал – от 100 до 500 граммов.

Компьютеры Psion могут работать на одних и тех же батареях много дней подряд, и это их самое большое и немаловажное для мобильного офиса достоинство. Palm и Psion не понимают форматов документов Microsoft Office – придется дополнительно покупать пакет программ.

Модели на Windows CE (их выпускают фирмы «Casio», «Hewlett-Packard», «Compaq») наиболее приближены к настольному компьютеру, обладают привычным интерфейсом Windows и понимают форматы документов Office как «родные». Они обладают цветным дисплеем, за что приходится расплачиваться уменьшенным временем работы от батарей (7-10 часов) и высокой ценой.

Фирма «Palm» выпускает карманные компьютеры наименьшего размера, правда, это достигается ценой отказа от пускай маленькой, но клавиатуры. Но после некоторой тренировки писания стилусом (пластиковой палочкой) текст можно вводить даже быстрее, чем с клавиатуры. Для Palm выпускаются дополнительные модули-насадки (например, превращающий Palm в MP3-плейер).

Первый же карманный компьютер фирмы «Сони» – Sony CLIE PEG-S300 составил серьезную конкуренцию одновременно лидерам платформы Palm OS. Ему не оказалось равных по дизайну и размерам. У Sony CLIE имеется дополнительный козырь – слот для флэш-карт Memory Stick с перспективой переноса на эту технологию различных устройств типа цифровых камер и GPS-приемников. Инженеры «Сони» выбрали все лучшее, что присутствует в карманных компьютерах платформы Palm OS, да еще добавили свои оригинальные разработки.

Sony CLIE PEG-S300 – карманный компьютер на базе платформы Palm OS версии 3.5 с монохромным (16 градаций серого) экраном. Модель с цветным

экраном продается только в Японии. Внутри CLIE PEG-S300 встроены 8 Мбайт оперативной памяти и литий-ионные аккумуляторы. Процессор – Motorola Dragon Ball с тактовой частотой 20 МГц.

Компьютер имеет компактный USB-крэдл и универсальный адаптер питания. Синхронизирующая подставка (крэдл) подсоединяется к USB-порту, что обеспечивает намного большую скорость синхронизации, чем по COM-порту. Адаптер питания можно подсоединить как к крэдлу для зарядки в нем «Сони», так и непосредственно к самому органайзеру. Это смогут оценить те, кто часто ездит в командировки, – с собой достаточно будет брать только адаптер питания без подставки синхронизации.

Специально для своего карманного компьютера компания «Сони» разработала несколько оригинальных программ. Во-первых, приложение MS Gate, которое позволяет работать с карточкой памяти Memory Stick. Все основные функции этой программы можно разглядеть на публикуемом экранном снимке. Во-вторых, установлено два специальных приложения от «Сони», которые позволяют просматривать картинки и проигрывать видеоролики. Точнее, на настольный компьютер устанавливается специальное приложение, с помощью которого обрабатываются картинки или видеофайлы и загружаются в память карманного компьютера.

В будущем с помощью слота расширения Memory Stick этот карманный компьютер можно расширить множеством периферийных устройств. Сегодня для него уже существуют цифровые фотокамеры, спутниковые GPS-приемники, даже сканеры отпечатков пальцев, причем все эти устройства весят около 20-30 граммов.

Другой вариант мобильного компьютера – «носимый компьютер» – Wearable PC. Чтобы компьютер под управлением Windows 9x/2000 был всегда под рукой, его можно носить на себе, а не в сумке. В нем даже спать можно. Грубо говоря, персональный компьютер делится на функциональные блоки и распределяется по всему телу. К примеру, на рукав прикрепляется сенсорный дисплей диагональю 3-6 дюймов или устройство ввода, а ЖК-дисплей помещается в «виртуальные» очки. Информацию о внешнем мире можно получать через цифровую видеокамеру, но это уже крайность. Существенно похудевший «системный блок» можно повесить, как рюкзак, на спину или на пояс, к примеру.

Законодателем мод в области высокотехнологичной ПК-одежды являются компании «Xybernaut» и IBM. Наибольшую известность получил одежный компьютер Xybernaut Mobile Assistant IV. Deluxe-версия этого компьютера оборудована процессором Intel Pentium-MMX 233 МГц, памятью в 160 Мбайт и жестким диском 4,3 Гбайт. К рукаву крепится сенсорная активноматричная ЖК-панель диагональю 6 дюймов. При желании на голову надевается шлем с рефлекторными экранами для каждого глаза. Несмотря на то что диагональ матрицы мини-дисплея для глаза – всего 1,1 дюйма, специальная оптическая система вытягивает изображение до размеров, сопоставимых с «картинкой»

15-дюймового монитора. Дополнительная «функция» весом в 154 грамма – видеокамера с разрешением матрицы 512x492, монтируемая в шлем, – для самых виртуальных пользователей.

На Wearable PC предустановлены. ОС Windows Via Voice по выбору, программа голосового управления IBM Via Voice и софт для оформления электронной интерактивной библиотеки изображений Link Assist. Питание – от литий-ионной батареи, которая закрепляется на поясе. Системный блок можно носить и на поясе, и на спине. Компьютер Mobil Assistant весит 795 грамм. Wearable PC рассчитан на активную работу в температурном диапазоне от 5 до 35 градусов при относительной влажности 30-90 процентов.

Компьютер IBM Wearable PC весит меньше 300 грамм. Он поддерживает голосовое управление через программу распознавания голоса IBM Via Voice Speech. На борту расположены жесткий диск 340 Мбайт, 65 Мбайт оперативной памяти EDO и процессор с тактовой частотой 233 МГц. На «глазном» дисплее можно даже видео смотреть – мощности вполне хватит.

Вполне вероятно, что через несколько лет системные администраторы, операторы машинных залов и даже ревизоры в приличных компаниях будут щеголять в «ПК-одежде».

Мобильный интернет

С момента зарождения глобальной компьютерной сети Интернет прошло более сорока лет. Идея возникла в конце 1950-х годов, когда в США была поставлена задача создать сеть телекоммуникации. И в 1968 году был составлен план развития сети электронно связанных компьютеров АРПАНЕТ (прообраз Интернета) для оповещения о возможной ядерной атаке, а спустя год вступил в действие первый компьютер, предоставляющий клиентам услуги по телекоммуникации. Через три года сеть охватила уже 34 компьютера, размещенных в разных концах страны, а к 1983 году через АРПАНЕТ были соединены более 400 больших компьютеров. Вскоре АРПАНЕТ разделилась на две сети: несекретную военно-промышленную и научно-исследовательскую. Вместе они назывались АРПАИНТЕРНЕТ и включали несколько тысяч серверов.

В начале 1990-х годов Интернет превратился в самую разветвленную и мощную планетарную компьютерную сеть (ее называют информационной супермагистралью) и стал основным каналом международного общения, универсальным средством передачи научной и учебной информации. Тысячи компьютеров образуют локальные сети, они соединяются в региональные, а те, в свою очередь, составляют сегменты глобальной сети, к которой можно подключить каждый компьютер.

С помощью Интернета сегодня широко реализуются услуги электронной почты, обеспечивается доступ к массивам цифровой информации, расположенной в самых дальних точках планеты, к научным документам, в

том числе картам, аэро– и космическим снимкам, к электронным каталогам, учебникам и библиотекам. Хотя Интернет – это средство безбумажной передачи информации, о нем написаны уже сотни статей, монографий и учебников на многих языках мира.

Физически базовая сеть представляет собой огромное количество компьютеров, связанных между собой кабелями и способных обмениваться данными. Линии передачи информации могут быть самыми разными: это волоконно-оптические и телефонные кабели, микроволновые или спутниковые системы связи. Как правило, персональные компьютеры отдельных пользователей не выходят прямо в базовую сеть, а присоединяются к специальному узловому компьютеру, который принадлежит организации или частной компании и называется файловым сервером. Он выполняет три функции: на нем хранятся часто используемые программы, а также другая интересная информация, которую можно получить; он играет роль диспетчера – принимает информацию, которую отдельные пользователи желают передать своему адресату, и пересылает ее к нему; он служит как бы шлюзом к другим компьютерным сетям. Таким узловым компьютером может стать, например, компьютер колледжа, подсоединяющий к Интернету компьютеры факультетов, преподавателей или студентов. Каждый узловой компьютер и персональный компьютер пользователя получают в Интернете свой адрес. Адрес включает не менее двух частей: собственный адрес пользователя и адрес узлового компьютера.

Доступ в Интернет с помощью мобильных устройств обещает стать в новом тысячелетии одним из магистральных направлений. Через несколько лет количество мобильных телефонов превысит число стационарных, и большинство из них станут интеллектуальными – они смогут получать почту и позволят своим владельцам посещать Web-сайты, заказывать товары и пользоваться другими услугами.

Вполне очевидно, что огромное количество компаний во всем мире видят в Интернете возможность перевода своего бизнеса на качественно новый уровень, а также выхода на новую аудиторию покупателей.

Электронный бизнес вовлекает все большее количество продавцов и покупателей. Обороты онлайновой торговли исчисляются миллиардами долларов. Руководитель компании «Intel» Энди Гроув оценивает обороты электронной коммерции в 2004 году в 7 триллионов долларов.

В 2001 году начался настоящий бум Web-планшетов. Типичный Web-планшет представляет собой плоский, легкий (до 2 килограммов) компьютер на базе процессора с пониженным энергопотреблением и интегрированными видео-, аудио– и сетевой подсистемами. Ввод данных у Web-планшетов осуществляется обычно при помощи виртуальной клавиатуры: программки, в которой пользователь выбирает нарисованные на экране буквы. Однако возможен и перьевой ввод, когда буквы пишутся на экране указкой, а потом обрабатываются программой распознавания символов. Обычно разработчики

оставляют и возможность подключения традиционной физической клавиатуры.

Современные Web-планшеты имеют беспроводной радиоинтерфейс. Принцип использования прост. На Web-планшете имеется радиоинтерфейс, по которому он общается с базовой станцией, как у домашнего беспроводного телефона. А уж эта станция подключена к телефонной линии. В этом случае с планшетом можно запросто перемещаться на разумные расстояния от нескольких десятков до нескольких сотен метров, оставаясь при этом «на линии».

И все-таки большинство поставщиков мобильных устройств возлагает надежды на мобильные телефоны с протоколом WAP для подключения к Сети. WAP (Wireless Application Protocol, протокол беспроводных приложений) – протокол для обеспечения пользователей мобильных средств связи доступом к ресурсам Интернета, оптимизированный для просмотра с небольших дисплеев. Комплексное решение в области WAP включает портативные устройства с поддержкой протокола WAP, WAP-шлюзы, создание WAP-приложений и информационного наполнения. WAP-шлюзы обеспечивают обмен данными между мобильным телефоном абонента и удаленным Интернет-сервером, содержащим WAP-страницы или услуги.

WAP-сайты написаны на языке описания страниц VML – «диалекте» HTML/XML, на котором написаны традиционные Web-странички. WAP-сайт внешне напоминает сильно урезанный Web-сайт. С дисплеем сотового телефона и неудобной для ввода текстов клавиатурой особо не разбежишься. Поэтому интерфейс WAP-ресурса представляет собой столбец гипертекстовых меню с редкими вкраплениями черно-белой псевдографики.

WAP-сервер вообще не требует от пользователя что-либо вводить. Достаточно просто перемещаться по пунктам меню и нажатием кнопки выбирать с сотового аппарата один из предложенных вариантов. Примечательно, что WAP-браузеры разработаны практически для всех платформ карманных компьютеров. Это означает, что вы можете установить связь карманного компьютера с любым сотовым телефоном по инфракрасному порту и выходить в WAP-приспособленный Интернет с карманного компьютера. Впрочем, если нужно, то WAP-сайты можно просматривать и с настольного компьютера, подключенного к Интернету. Для этого разработаны специальные программы – эмуляторы сотовых телефонов.

WAP-Интернет – довольно перспективный сервис, который, вероятно, обретет «второе дыхание» сразу после распространения высокоскоростного GPRS-доступа в сотовых сетях.

GPRS – общая служба пакетной передачи данных по радиоканалу – усовершенствованная архитектура базовой сети с пакетной передачей данных. Эта технология является одним из ключевых этапов эволюции современных сетей связи к третьему поколению. Операторы уже в 2001 году планируют предоставлять услуги, основанные на GPRS. С ее внедрением абоненты мобильных сетей получат возможность не просто передавать данные

со скоростью 115 Кбит/с, но и пользоваться Интернетом, оплачивая объем пересылаемых данных, а не время, проведенное в Сети.

Ожидается, что после введения наземных и спутниковых сегментов (до 2010 года) в сетях третьего поколения будет достигнута производительность до 64 Кбит/с – без ограничения подвижности абонентов, до 384 Кбит/с – при ограниченной скорости перемещения (например, у пешеходов) и до 2 Мбит/с – при использовании стационарных сотовых телефонов.

В этом случае прямо с «мобильника» можно будет заказывать «в карман» любимый фильм и смотреть его в цветном изображении на том же дисплее, на котором обычно высвечивается номер телефона.

Новые рубежи ожидают тележурналистов в 2007 году. К этому времени станет возможным транслировать через Интернет фото– и видеоизображения. Отпадет необходимость в громоздких ретрансляционных установках и спутниковых «тарелках», которые вынуждены таскать за собой бригады телерепортеров, повысится оперативность репортажей. Практически каждый обладатель видеокамеры получит возможность обогащать библиотеку видеороликов мировой сети.

MP3-плейер

MP3 далеко не единственный аудиоформат, используемый в Web. Однако MP3 стал стандартом де-факто благодаря тому, что легко доступен и не имеет встроенных механизмов защиты.

Купив компакт-диск, не надо получать разрешение выпустившей его фирмы на то, чтобы переписать содержимое на кассету для магнитофона в машине. И никого не волнует, где и на каких устройствах будет прослушана копия той или иной песни. MP3, продолжатель подобной традиции, позволяет свободно переписывать музыкальные файлы с компьютера на любые устройства их воспроизведения.

Изобретенный в 1992 году в институте Фраунгофера (Германия) формат под названием Moving Pictures Experts Group, Layer 3 (экспертная группа по движущимся изображениям, уровень 3), сокращенно MPEG-1, Layer 3, а еще короче – MP3, не казался тогда актуальным и обсуждался лишь в узком кругу специалистов. Главным достоинством MP3 было то, что он обеспечивал более высокую степень сжатия звуковой информации, чем предыдущая версия MPEG, – исходный размер файла удавалось уменьшить приблизительно в восемь раз.

Вскоре после публикации метода кодирования другие люди поняли, что он идеален для сжатия и распространения музыкальных произведений. Качество звучания приближалось к достигаемому на компакт-дисках, а средняя четырехминутная песня сжималась в файл длиной около 4 Мбайт, то есть достаточно короткий для передачи через Интернет или с одного ПК на другой.

Поначалу распространению Интернет-музыки очень мешало отсутствие портативности: никто не хотел быть привязанным к компьютеру, когда слушал записи. В открывшуюся брешь хлынуло множество поставщиков и таких матерых, как «Sony», и совсем еще желторотых, вроде «HanGo», – с предложениями устройств воспроизведения цифровой музыки.

Первой выступила компания «Diamond Multimedia» со своим плейером Rio 300. Rio произвел подлинную революцию в общественном сознании. Он прорубил мощную брешь в глухой стене скепсиса по поводу качества звука в формате MP3. В последующие несколько месяцев звукозаписывающие компании развернули настоящую «охоту на ведьм» в стремлении защитить свои сверхприбыли. Маркетологи из крупных рекорд-лейблов стали шельмовать Rio (и другие аппаратные плейеры) не менее яростно, чем пишущие CD-дисководы. Гиганты музыкальной индустрии быстро смекнули, что MP3 – это серьезная причина для экстренной смены столь удобной до сих пор модели ведения бизнеса. А за этим стоят деньги, и деньги колоссальные…

Вскоре после объявления о выпуске Rio ассоциация звукозаписывающих компаний США обвинила «Diamond» в нарушении изданного в 1992 года Акта о домашней звукозаписи – закона, согласно которому устройства воспроизведения цифровых записей должны снабжаться «антипиратской» системой контроля легальности копий.

В конце 1998 года суд вынес по данному делу решение в пользу «Diamond». Поскольку Diamond Rio не записывает звук, судьи постановили считать его «устройством для сдвига в пространстве» (space shifter), функционально эквивалентным плейеру-кассетнику, через который владелец воспроизводит песни, переписанные с имеющегося у него компакт-диска. Благодаря этому Rio и аналогичные плейеры смогли конкурировать на рынке с другими портативными звуковоспроизводящими устройствами.

Итак, наступление звукозаписывающих лейблов на MP3 в общем-то захлебнулось, но без жертв не обошлось. В частности, большинство программ, поставляемых с MP3-плейерами, не позволяет выгружать из их памяти файлы формата MP3 на подсоединенный компьютер. Все остальные файлы – можно, а MP3 – нет. При попытке перемещения «проклятых» файлов MP3 из плейера на ПК выдается сообщение о том, что эта операция, возможно, нарушает закон об авторском праве и поэтому не может быть разрешена.

Почему же покупатели так полюбили MP3-плейеры? Все очень просто: с точки зрения аппаратной части MP3-плейер – это идеальный портативный проигрыватель. Во-первых, в отличие от портативных плейеров, проигрывающих кассеты и компакт-диски, MP3-плейер не имеет движущихся частей, так что при толчках и падениях музыка не прерывается и ее звучание не меняется – очень удобно для тех, кто занимается гимнастикой. Поэтому же во много раз повышается надежность устройства. Во-вторых, отсутствие механических приводов позволяет MP3-плейеру быть крайне экономичным. Заряда двух батареек формата AAA хватает MP3-проигрывателю на 10 часов

(что в 3-5 раз выше соответствующего показателя даже кассетных плейеров). В третьих, MP3-плейер легок и компактен, что позволяет обращать на него даже меньше внимания, чем на пейджер. И, наконец, MP3-плейер имеет низкую совокупную стоимость владения – теоретически, все, что вам нужно для того, чтобы быть в курсе последних музыкальных новинок, – это доступ в Интернет. По крайней мере в России и странах СНГ это так.

Но плейер, конечно, не лишен недостатков. Цена большинства современных MP3-плейеров остается относительно высокой. Существенную долю в цене занимает флэш-память, и такое положение не скоро изменится. Кроме того, сменные карточки – также дорогое удовольствие, не сопоставимое по затратам с CD-R, компакт-кассетой.

Любителей хорошей аппаратуры часто не удовлетворяет и обеспечиваемое MP3 качество звука. Стандартная скорость канала для MP3 составляет 128 Кбит в секунду, а для компакт-дисков – минимум 256 Кбит в секунду. Увеличение скорости приведет к разрастанию MP3-файла, в результате чего он займет больше места на жестком диске и в памяти плейера. А при прослушивании на ПК потокового аудио даже незначительные ошибки, такие как пропуски продолжительностью в какую-то долю секунды, могут вызвать заметные перерывы звучания.

Тем не менее конкуренция принесла ощутимую выгоду потребителям. Первая модель Rio 300, стоившая около 300 долларов, имела 32 Мбайт памяти, что обеспечивало около 32 минут звучания. У большинства современных моделей емкость вдвое выше. Многие из них снабжены встроенным микрофоном, радиоприемником и т д.

Первый Rio не обладал даже возможностью вывода названий композиций на собственный ЖК-дисплей. Пользователям приходилось довольствоваться лишь указанием номера трека. Сегодня прогресс налицо. MP3 может не только проигрывать предварительно занесенные в память файлы, но и работать в качестве полноценного цифрового диктофона; исполнять роль электронной телефонной книги. Подвластна ему и транспортная функция – хранение и перенос файлов различных форматов.

Цифровые диктофоны MP3-плейеров сейчас позволяют вести запись голоса в формате ADPCM со скоростью потока 32 Кбит в секунду. Они дают возможность записать до 128 минут голосовых заметок и интервью. Встроенные цифровые диктофоны хорошо подходят для хранения структурированной звуковой информации (например, многочисленных кратких голосовых заметок). Навигация и поиск нужной записи занимают считанные секунды любую запись можно прослушать и непосредственно через звуковую подсистему ПК. Для голосовых заметок ведется сквозная нумерация.

Кстати, качество записи на цифровой диктофон – более чем приемлемое благодаря низкому уровню «аналоговых» помех и хорошей чувствительности встроенного микрофона.