

начаты в октябре 1984 г. по поступлении первых вертолетов «Апач» в Форт-Юстис, шт. Вирджиния, и Форт-Ракер, шт. Алабама. Первая эскадрилья боевых вертолетов «Апач» будет сформирована в Форт-Худе, шт. Техас, в середине 1985 г. с последующим дислоцированием в Европе.

Остается неясным, какое количество вертолетов «Апач» будет фактически построено. Если учитывать потребности армии, то закупка 515 вертолетов «Апач» представляется весьма скромной. Высказывается предположение о возможности дальнейших ассигнований на производство вертолетов. Корпус морской пехоты, который также нуждается в новом боевом вертолете, провел оценочные испытания вертолета Хьюз «Апач» параллельно с усовершенствованным вертолетом Белл АН-1Т «Супер Кобра». В середине 1982 г. проведена оценка вертолета армией ФРГ, другие страны также проявили заинтересованность в вертолете. По заявлению пре-

зидента и директора-распорядителя фирмы Хьюз Дж. Рила, «можно предвидеть, что выпуск вертолетов «Апач» значительно превысит 1000» — возможность, которая, вероятно, возросла в результате слияния фирмы Хьюз с фирмой Макдоннелл-Дуглас, имеющей большой опыт продажи военного снаряжения за рубежом [1, 5, 6].

1. Indians from Arizona. Air International, 1984, v. 26, V, N 5, p. 224—249.
2. Flight International, 1982, v. 122, 28/VIII, N 3825, p. 518.
3. Flight International, 1983, v. 124, 24/XII, N 3894, p. 1664.
4. Browne E. M. The AH-64A Apache and its combat system. Military Technology, 1982, v. 6, VII, N 7, p. 148—152.
5. Armed Forces Journal, 1983, v. 121 N 3, p. 76.
6. Aviation Week and Space Technology, 1984, v. 120, 16/1, N 3, p. 23.

Референт М. А. Голованова.

Редактор Е. И. Ружицкий.

УДК 629.735.45(73)

ПРОГРАММА ЛЕГКОГО ВЕРТОЛЕТА LHX

В 1983 г. армия США официально объявила о начале разработки новой программы усовершенствованных легких многоцелевых вертолетов, получивших обозначение LHX (Light Helicopter Experimental). Программа LHX является дальнейшим развитием ранее разрабатывавшихся исследовательских программ легкого боевого вертолета LAN (Light Attack Helicopter) и легкого разведывательного вертолета ASH (Advanced Scout Helicopter). На заседании ассоциации авиационно-космической промышленности США президент фирмы Хьюз Д. Рил назвал программу LHX «самой масштабной вертолетной программой, разрабатываемой когда-либо в мирное время» [1].

Предназначенные для ввода в эксплуатацию в середине 1990-х годов и позднее вертолеты LHX разрабатываются с целью обеспечения возможности выполнения важнейших задач армии в соответствии с доктриной совместных воздушно-сухопутных боевых действий в 2000 г. (Air/Land Battle 2000) и смогут использоваться в качестве разведывательных легких боевых и легких многоцелевых вертолетов [2, 26].

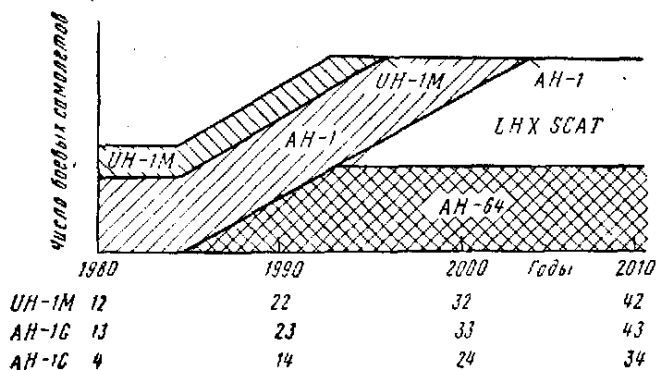
Большое внимание уделяется повышению мобильности и маневренности, обеспечению внезапности нанесения удара и скрытности. Одним из основных требований является способность вести воздушный бой, так как ожидается, что станут возможными боевые действия между вертолетами, поскольку для уничтожения танков будет использоваться все большее число боевых вертолетов. Вертолеты будут наносить удары по второму эшелону, обеспечивая нарушение связи и уничтожая базы снабжения и прибывающие подкрепления. По мнению армейских специалистов по анализу военных действий, самолеты противника могут быть нейтрализованы ударами по аэродромам. Такая доктрина совместных воздушно-наземных боевых действий требует автономного многоцелевого вертолета с увеличенной продолжительностью и даль-

ностью полета и повышенной живучестью, способного наносить удары в любое время суток, в любом географическом районе и в любых метеорологических условиях. Для этого вертолеты LHX должны взаимодействовать с боевыми вертолетами АН-64 и десантно-транспортными УН-60.

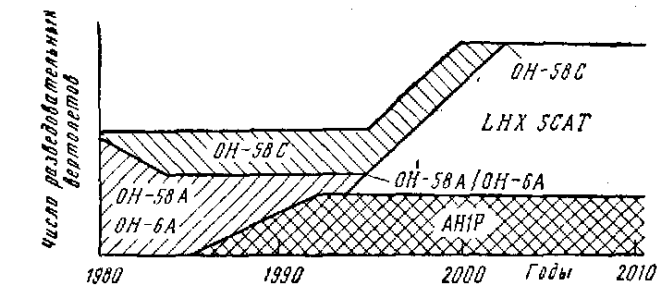
Целью программы LHX является создание семейства вариантов летательных аппаратов, которые будут иметь наибольшее количество общих компонентов. В то же время каждый вариант будет иметь такие особенности конструкции, которые обеспечат выполнение поставленных перед ним задач. Хотя в названии программы используется слово вертолет, это не означает, что в ней не могут рассматриваться и другие типы винтокрылых летательных аппаратов, в частности аппарат с поворотными винтами [3].

В настоящее время на вооружении армии США имеется ~6800 легких вертолетов, из них ~3300 многоцелевых вертолетов Белл УН-1Н и М, ~2400 легких разведывательных и связных вертолетов Белл ОН-58А и С и Хьюз ОН-6А и ~1100 боевых вертолетов Белл АН-1Г и Т, которые в последовательности, показанной на рис. 1, будут заменены к 2000 г. легкими вертолетами, разрабатываемыми по программе LHX в разведывательном и боевом вариантах SCAT и многоцелевом UTIL. Это позволит обновить существующий парк армейской вертолетной авиации; средняя продолжительность эксплуатации вертолетов в 2000 г. будет составлять от 24 до 33 лет. Для замены многоцелевых вертолетов УН-1 потребуется, по крайней мере, ~2000 вертолетов LHX-UTIL, для замены вертолетов АН-1 ~1100 боевых вертолетов LHX-SCAT и для замены разведывательных вертолетов ОН-58А и ОН-58Д ~1800 разведывательных вертолетов LHX-SCAT, что определяет общую потребность армии почти в 5000 вертолетов LHX [4].

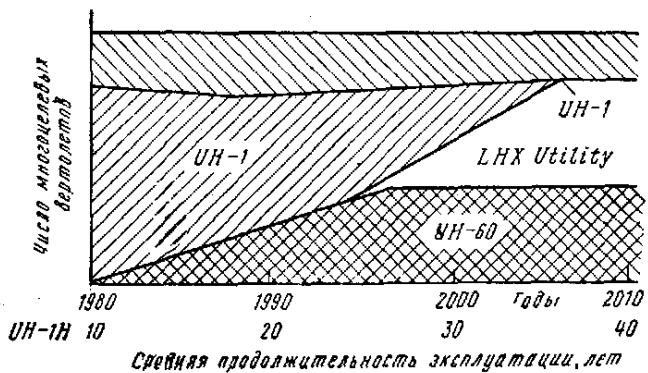
Командование армии США называет программу LHX также основной программой в планах стан-



Средняя продолжительность эксплуатации, лет



Средняя продолжительность эксплуатации, лет



Средняя продолжительность эксплуатации, лет

Рис. 1. Последовательность замены вертолетов различных типов в армии США в период 1980—2010 гг.

дартизации типов военных вертолетов, предусматривающих сокращение к 2000 г. числа моделей всех типов находящихся в эксплуатации вертолетов с 22 до 7. Как подчеркивается, армия «впервые выдвигает столь подробный и всеобъемлющий план развития авиации, который так далеко заглядывает в будущее», с целью более экономичной закупки и эксплуатации летательных аппаратов [5]. Осуществление программы LHX позволит заменить после 2000 г. находящиеся на вооружении 10 моделей легких разведывательных и связных, боевых и многоцелевых вертолетов (рис. 2) двумя вариантами вертолетов LHX (SCAT и UTIL), сохранив на вооружении только одну новую модель разведывательного вертолета AH-1R, который будет во второй половине 1980-х годов заменять вертолеты OH-58A.

На используемых армией 6800 легких вертолетах установлены двигатели 16 различных типов или модификаций и главные редукторы 15 различных

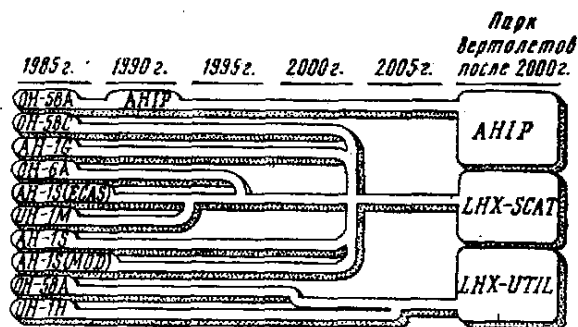


Рис. 2. Стандартизация парка легких вертолетов в армии США в период 1985—2005 гг.

типов или модификаций. Создание семейства вертолетов с агрегатами одного типа намного облегчит их техническое обслуживание.

Важным фактором являются эксплуатационные расходы и расходы на материально-техническое обеспечение. Для существующих вертолетов, исходя из среднего годового налета, эти расходы за 20 лет эксплуатации в 4—6 раз больше закупочной цены вертолета.

Предполагается, что разрабатываемые вертолеты семейства LHX будут иметь следующие преимущества [3]:

- общность и взаимозаменяемость двигателей и основных агрегатов;

- уменьшение расхода топлива, увеличение дальности и продолжительности полета за счет использования двигателей, созданных на основе последних технических достижений;

- повышение безопасности и живучести за счет широкого применения композиционных и других новых материалов;

- уменьшение требований к техническому обслуживанию и обучению персонала;

- увеличение отношения часов налета к числу выполненных заданий и количеству вылетов;

- увеличение коэффициента боеготовности;
- уменьшение эксплуатационных расходов и расходов на материально-техническое обеспечение;

- уменьшение времени и расходов на подготовку летного состава.

ПЛАНИРОВАНИЕ И ФИНАНСИРОВАНИЕ ПРОГРАММЫ LHX

По словам Д. Рила, «программа LHX становится наиболее приоритетной программой армии». По плану армии, запрос на предложения первоначально предполагалось сделать в 1985 г., а техническую разработку начать два года спустя. Ввод в эксплуатацию первой партии аппаратов LHX намечался первоначально на 1994 г., т. е. через 9 лет. Д. Рил отметил, что в 1970-х годах в министерстве обороны США период с момента получения запроса на предложения до обеспечения первоначальной эксплуатационной готовности системы вооружения составлял в среднем 13 лет [6].

Командование систем оружия армейской авиации приступило к определению концепции программы LHX в 1981 г. и выдало контракты на предварительное проектирование вертолетов LHX ведущим вертолетостроительным фирмам Белл, Боинг-Вер-

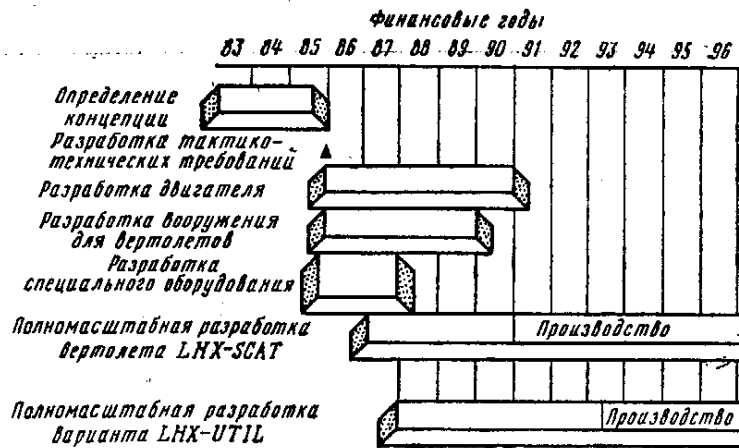


Рис. 3. Этапы разработки вертолета LHX и его систем в период 1983—1996 гг.

тол, Сикорский и Хьюз. Проводимая фирмами аналитическая работа позволит определить тактико-технические требования только во второй половине 1985 г., в связи с чем запрос на предложения по разработке варианта LHX-SCAT ожидается в первой половине 1986 г. После этого будут выбраны два проекта вертолета для проведения конкурсной полномасштабной разработки, и лучший из них будет отобран для серийного производства.

Командование армии получило предписание ускорить программу разработки вертолетов LHX: срок их ввода в эксплуатацию передвинут с 1994 г. на 1992 г. Из диаграммы с этапами разработки вертолета LHX и его систем, приведенной на рис. 3, видно, что разработка двигателя, вооружения и специального оборудования начнется на 1,5—2 года раньше разработки вертолета LHX-SCAT, которая в свою очередь на год опережает разработку вертолета LHX-UTIL [7].

Контракт на разработку варианта LHX-SCAT намечалось заключить в конце 1986 г., а варианта LHX-UTIL — в конце 1987 г. Поставки варианта LHX-SCAT предполагалось начать в 1990 г. с определением фирмой-контрактантом стоимости серийного вертолета, исходя из ежегодного производства 240 вертолетов в течение 10 лет между 1990 и 1999 годами. Стоимость жизненного цикла должна определяться из расчета 20-летнего эксплуатационного срока службы (начиная с 1992 г.) и предположения, что на комплектование запчастями основных подсистем потребуется около двух лет. Выбор двигателя должен быть завершен до первого квартала 1986 ф. г.

Армия наметила провести три последовательных обсуждения плана предварительных работ по проектированию вертолетов LHX. На первом из них, в феврале 1984 г., должны были рассматриваться предлагаемые варианты вертолета и ряд других вопросов, включающих комплексное материально-техническое обеспечение и определение стоимости жизненного цикла вертолета. Подчеркивается, что обсуждение будет проводиться исходя из соображения, что малая стоимость вертолета должна являться ключевым фактором программы LHX [8].

Второе обсуждение, намечавшееся на август 1984 г., будет рассматривать системы объединенных расчетных критериев для выбора параметров

вертолета, усовершенствованные вертолетные конструкции, системы вооружения, специальную аппаратуру, а также отчет о состоянии материально-технического обеспечения и стоимости вертолета.

Подкомитетом по закупкам систем обороны при палате представителей в августе 1983 г. были опубликованы оценочные данные армии по ассигнованиям, необходимым для разработки семейства легких вертолетов. Общая стоимость разработки вертолетов LHX в период 1985—1996 гг. оценивалась в 2215,6 млн. долл., причем наибольшая сумма ассигнований (531,5 млн. долл.) была запланирована на 1991 г. Большая часть ассигнований (1856 млн. долл.) будет выделена на разработку планера вертолета и связанных с ним систем. Стоимость разработки двигателя оценивалась в 486,4 млн. долл., причем разработка двигателя должна начаться раньше разработки планера и его систем. Стоимость разработки системы вооружения оценивалась в 473,2 млн. долл.

Опубликована таблица ассигнований на НИОКР по программе LHX, планируемых в 1985—1996 ф. г. на разработку двигателя, планера и системы вооружения (стоимость программы НИОКР в 1981—1985 гг. оценивается в 6,4 млн. долл.). В этой таблице приведены величины ассигнований, запланированных первоначально (по данным на середину 1983 г.) [5], которые в дальнейшем были существенно скорректированы в сторону увеличения, о чем свидетельствуют показанные также в таблице величины ассигнований на 1984—1986 ф. г., приво-дившиеся при обсуждении военного бюджета США на 1985 ф. г. [9].

Показанные в таблице уточненные величины ассигнований свидетельствуют об ускорении по срокам программы разработки, поэтому первоначальные величины являются приближенными и могут давать только представление об общих стоимостях разработки основных систем и всей программы.

Полная стоимость программы LHX, предусматривающей разработку и постройку 4000—6000 вертолетов, может составить 24—36 млрд. долл., если исходить из расчета, что цена одного вертолета не будет превышать 6 млн. долл. (с учетом НИОКР). Указывалась также цена вертолета — 5 млн. долл. [2].

Ассигнования на НИОКР по программе LHX (в млн. долл. по курсу 1983 г.)

	Г о д ы													
	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	Итого
Планировавшиеся первоначально по программе LHX,	—	4,2	66,5	207,1	374,9	460,7	421,5	531,5	338,5	297,3	40,5	58,2	14,7	2815,6
в том числе:														
на двигатель	—	4,2	57	99,2	103,7	72,6	89,9	45,9	13,9	—	—	—	—	486,4
на планер	—	—	9,5	107,9	199,9	277	197,1	379,1	315,3	284,4	27	44,1	14,7	1856
на систему вооружения	—	—	—	—	71,3	111,1	134,5	106,5	9,3	12,9	13,5	14,1	—	473,2
Планировавшиеся при обсуждении военного бюджета на 1985 ф.г.	26,2	75,1	154,9											

ТРЕБОВАНИЯ К ВИНТОКРЫЛЫМ АППАРАТАМ, ИССЛЕДУЕМЫМ ПО ПРОГРАММЕ LHX

Исследуются два основных варианта вертолета LHX: разведывательно-боевой (SCAT) и многоцелевой, предназначенный также для наблюдения и разведки (UTIL/LON). Ниже приводятся предполагаемые характеристики для вариантов вертолета LHX [3].

	Варианты аппаратов	
	SCAT	UTIL/LON
Максимальная скорость полета, км/ч	333—555	
Максимальная продолжительность полета (с учетом резерва топлива), ч	3,5	
Скороподъемность, м/с	2,54	
Боевая нагрузка (на высоте 1220 м, $t=35^{\circ}\text{C}$), кгс	450	6 десантников или груз весом 600 кгс
Коэффициент перегрузки	2,5	
Вооружение:		
ракетное	ПТУР УР воздух — поверхность	
	УР воздух — воздух.	
	НУР калибром 70 мм	
пушечное	Автоматическая пушка	
Оборудование	Лазерный указатель цели и система FLIR	
Экипаж	1 или 2 чел.	1 чел. (предусмотрено место для второго летчика)
Способы повышения боевой живучести	Малая визуальная и акустическая заметность	
Защита от ядерного, биологического и химического оружия	Предусматривается	
Возможность применения в любом районе земного шара	Предусматривается	
Возможность транспортировки на самолетах	В самолете C-141	

Вариант SCAT предназначен для замены вертолетов AHIP в качестве разведывательного вертолета для взаимодействия с вертолетом AH-64. Поскольку вертолет SCAT является более совершенным, он будет лучше обеспечивать разведку и наведение на цель, полностью соответствуя вертолету AH-64. Благодаря разнообразному вооружению он сможет вести борьбу с боевыми системами противника (включая вертолеты), которые угрожают безопасности боевых вертолетов AH-64.

Вариант UTIL/LON предназначен для замены многоцелевых вертолетов UH-1, которые выполняют роль легких тактических универсальных транспортных средств.

Поскольку вертолет будет действовать в разнообразных и сложных условиях боя, то для успешного выполнения заданий необходимо значительно облегчить работу летчика. Предполагается автоматизировать работу экипажа до такой степени, чтобы все операции выполнялись одним летчиком.

В кабине экипажа предполагается установить такие системы, которые работают либо автоматически, либо по речевым командам с минимальным воздействием на органы управления, сгруппированные вокруг кресла летчика. Основным прибором будет панорамный индикатор с большой зоной обзора, воспроизводящий местность, над которой летит вертолет. Летчик сможет видеть увеличенное изображение выбранных участков местности в сочетании с цифровыми картографическими и навигационными данными или данными контроля работы систем вертолета. Индикатор будет выдавать всю необходимую для пилотирования вертолета информацию, обнаруживать и опознавать цели и контролировать работу бортовых систем.

Для дальнейшего уменьшения нагрузки на летчика разрабатывается новая четырехканальная система управления с боковой ручкой (расположенной на подлокотнике кресла), связанная с очень сложной системой автопилота. Полный ход ручки управления в любом направлении не будет превышать 12,7 мм. Движения этой ручки при продольном и поперечном управлении будут такие же, как и движения обычной ручки управления циклическим шагом. Управление общим шагом будет производиться вертикальным перемещением боковой ручки управления, а путевое управление — вращением ручки управления. Автопилот будет обеспечи-

вать полет по заданной траектории на любой заданной высоте, позволяя летчику вести стрельбу, следить за боевыми действиями и выполнять другие задачи [3]. Сообщается, что вертолет LHX рассчитан на перегрузку 2,5 в установившемся развороте, что необходимо для увеличения живучести в воздушном бою. Указывается, что это может быть достигнуто за счет использования относительно большого крыла.

В многоцелевом варианте вертолет LHX-UTIL сможет перевозить 6 вооруженных солдат или 600 кгс груза и выполнять функции командного поста и поста связи.

Вертолет LHX рассматривается как платформа для установки различных комплектов вооружения. В зависимости от варианта вертолета возможно использование: пушки калибром 30 мм с боезапасом 130 снарядов или пулемета калибром 12,7 мм с боезапасом 400 патронов, четырех ПТУР «Хел-файр», действующих по принципу «выстрели и забудь», двух ракет «Стингер-POST» класса воздух — воздух и двух контейнеров с НУР.

ПРОЕКТЫ ВИНТОКРЫЛЫХ АППАРАТОВ, ИССЛЕДУЕМЫХ ПО ПРОГРАММЕ LHX

В настоящее время армия США рассматривает четыре типа винтокрылых аппаратов по программе LHX: обычный вертолет, усовершенствованный вертолет, вертолет без рулевого винта с системой NOTAR и преобразуемый аппарат с поворотными винтами [10]. Ниже приводятся сведения о проектах винтокрылых аппаратов, исследуемых вертолетостроительными фирмами США, участвующими в программе LHX.

Исследования фирмы Сикорский. В рамках проводящихся в настоящее время исследований по реализации программы легкого вертолета LHX для армии США с соосными несущими винтами по концепции ABC фирма Сикорский разрабатывает проект вертолета, о котором было сообщено во время проведенной фирмой в начале 1983 г. пресс-конференции [11].

В соответствии с исследованиями, проведенными армией США по программе LHX, скорость вертолета LHX должна превышать на 180 км/ч скорость вертолетов, находящихся в настоящее время в эксплуатации. Вертолет должен обладать высокой маневренностью при максимальной скорости, совершать эволюции на высоте 3500 м и иметь простую конструкцию. Чтобы удовлетворить этим требованиям, фирма Сикорский предлагает одно- и двухместный вертолеты с взлетным весом 3000—4000 кгс с использованием новейших технических решений.

Исследуемый фирмой вертолет двухвинтовой соосной схемы, имеющий размеры меньше, чем вертолет Белл OH-58 (рис. 4), с целью улучшения характеристик ИК излучения и отражающей способности будет иметь соосные несущие винты диаметром 9,14 м и хвостовой винт в кольцевом обтекателе диаметром 2,3 м, длина вертолета 9,8 м, высота 3,1 м. Кабина экипажа будет спроектирована с учетом защиты от действия бактериологического и химического оружия. Летчик будет снабжен нацеленным прицелом [2].

Фирма Сикорский предполагает исследовать на своем вертолете следующие технические новшества [11]:

жесткие соосные несущие винты, выполненные по концепции ABC, которые позволили достичь на вертолете S-69 скорости 375 км/ч без дополнительных движителей и с которыми надеются получить скорость 550 км/ч (при установке дополнительных движителей)*; исследуется возможность преобразования жестких несущих винтов в крыло для полетов на дальние расстояния;

лопасти несущего винта, выполненные из композиционных материалов, с лонжероном из титана; концевые сечения лопасти имеют тонкий профиль с зубчатой задней кромкой (подобно крылу совы) и носок, модифицированный для уменьшения шума; концы лопастей будут отогнуты вниз, что должно способствовать повышению относительного КПД;

двигатели, разработанные на основе последних достижений с возможностью их использования в качестве движителей для создания пропульсивной тяги;

новая система трансмиссии значительно меньшего веса и новая система маслоохлаждения (возможно даже полное ее устранение);

устройство по обнаружению неисправностей, представляющее необходимую информацию летчику.

Опубликованы рисунок одноместного вертолета LHX-ABC с установленным сверху несущих винтов прицелом (рис. 5). Исследования этого вертолета ведутся с учетом опыта разработки и испытаний экспериментального вертолета S-69**. Фирма Сикорский предлагает использовать экспериментальный вертолет S-69 для отработки на нем технических решений, которые предполагается осуществить в вертолете LHX-ABC (рис. 6).

Исследования фирмы Сикорский показали, что такой вертолет с двумя жесткими соосными несущими винтами и толкающим винтом в кольцевом канале будет обладать высокой маневренностью, хорошими характеристиками на режиме висения и максимальной скоростью до 463 км/ч. Во время испытаний экспериментального вертолета XH-59 показана хорошая маневренность на бреющем полете. Хотя армия и признает вертолет XH-59A в качестве участника конкурса по программе LHX, однако, если учитывать требования к скорости, она может остановить свой выбор и на других проектах [6].

Сообщается, что проект вертолета LHX фирмы Сикорский по концепции ABC является наиболее продвинутым в разработке по сравнению с другими проектами, но в то же время является «очень амбициозным», стоимость его разработки может превзойти финансовые возможности армии США. Исходя из этого фирма Сикорский предусматривает проработку другого, менее дорогостоящего, проекта вертолета одновинтовой схемы с обычными несущими и рулевым винтами. В апреле 1984 г. фирма Сикорский сообщила, что она уже вложила ~500 млн. долл. в исследования по программе LHX [11, 25].

* На экспериментальном вертолете S-69 с дополнительными ТРД достигнута скорость 485 км/ч.

** Подробные сведения об экспериментальном вертолете S-69 приведены в бюллетене «Техническая информация» № 16, 1982 г.

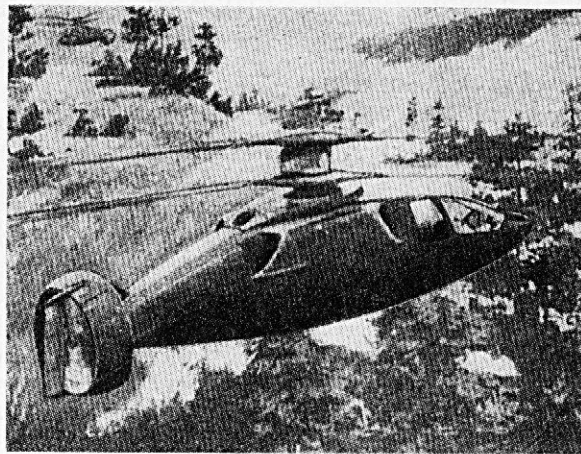
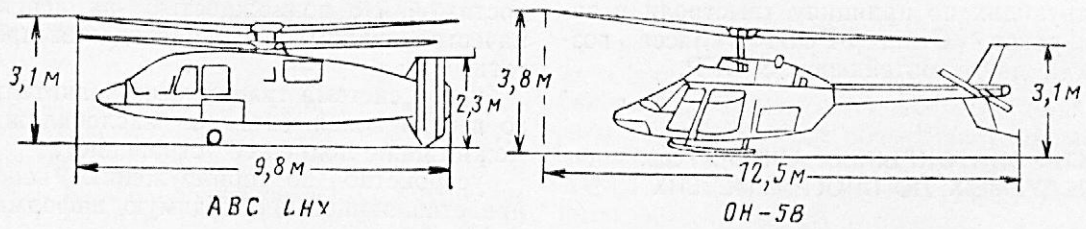
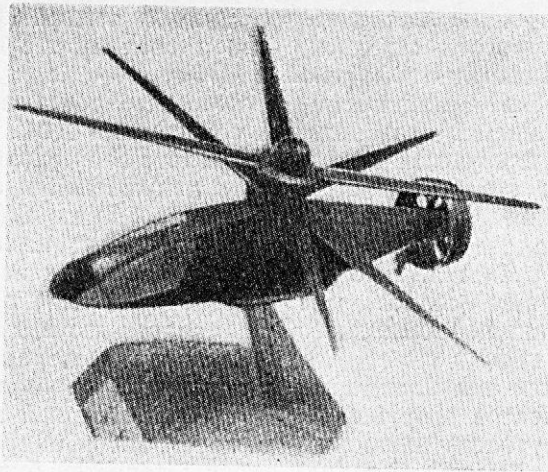


Рис. 4. Фотография модели вертолета ЛХХ-АВС фирмы Сикорский (сверху), сравнение его размеров с размерами вертолета Белл ОН-58 (в центре) и рисунок, иллюстрирующий его военное применение (снизу)

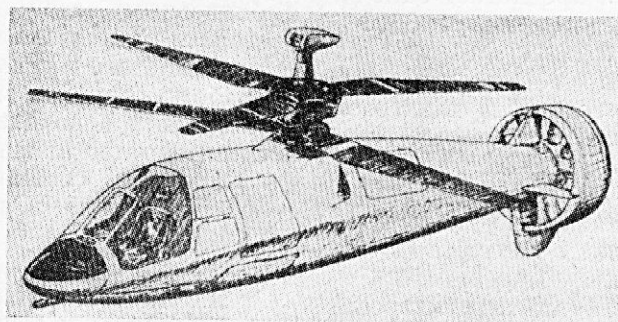


Рис. 5. Проект вертолета ЛХХ-АВС с прицелом, установленным сверху несущего винта

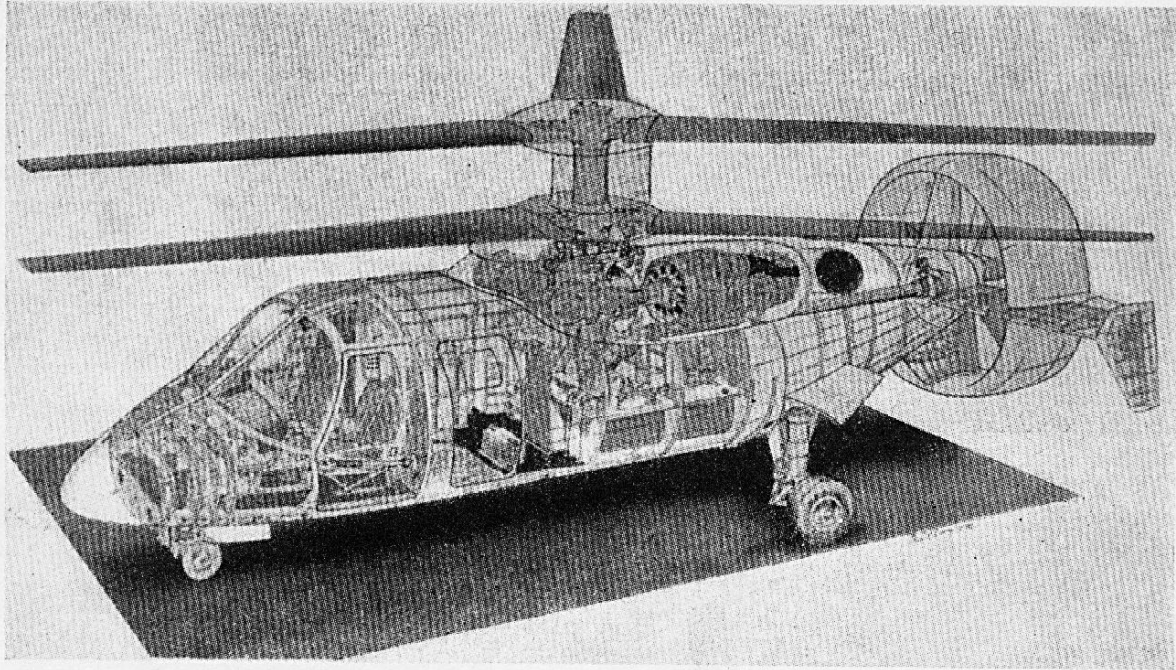


Рис. 6. Компонировочная схема вертолета Сикорский S-69 для отработки технических решений по проекту LHX

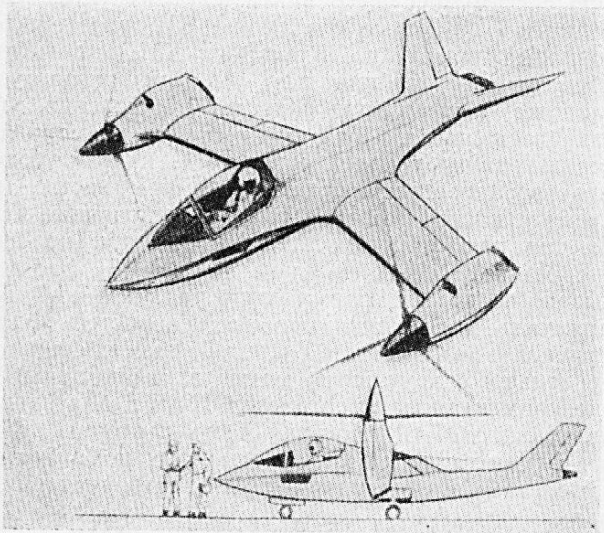


Рис. 7. Проект легкого СВВП с поворотными винтами, предлагаемый фирмой Белл по программе LHX

Исследования фирмы Белл. Фирма Белл предлагает армии по программе LHX проект одноместного СВВП с поворотными трехлопастными винтами диаметром 6,25 м и V-образным оперением (рис. 7). СВВП будет иметь максимальный взлетный вес менее 4080 кгс в одноместном варианте и не менее 4500 кгс в двухместном и скорость более 550 км/ч.

Фирма Белл прорабатывает ряд проектов СВВП с поворотными винтами. Многоцелевой вариант СВВП будет иметь большие размеры по сравнению с проектом, показанным на рис. 7, взлетный вес 4540 кгс и сможет перевозить 6 десантников с крейсерской скоростью 390 км/ч; расчетная перегоноч-

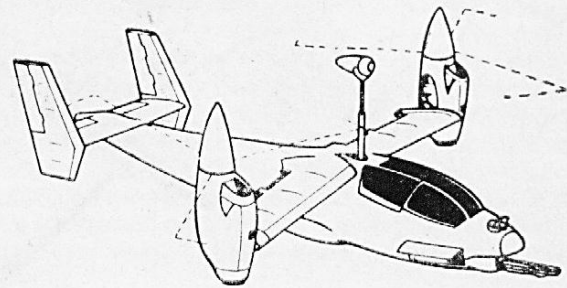


Рис. 8. Проект СВВП фирмы Белл с поворотными винтами и выдвигаемым прицелом, являющийся развитием экспериментального СВВП XV-15

ная дальность 3900 км (требования армии к программе LHX предусматривают перегоночную дальность 2400 км или продолжительность полета 6 ч). Силовая установка будет состоять из двух усовершенствованных ТВД мощностью по 850—1000 л. с. [13].

Фирма Белл провела обширные исследования по СВВП с поворотными винтами. Построены и успешно проходят испытания два экспериментальных СВВП Белл XV-15; во время испытаний достигнута максимальная скорость 557 км/ч и продемонстрирована высокая маневренность*. На основе опыта разработки и испытаний этих СВВП исследуется ряд проектов, которые предлагаются для рассмотрения по программе LHX. Один из таких проектов, показанный на рис. 8, имеет такую же компоновку, как и СВВП XV-15, с двумя ТВД, установленными на концах крыла с небольшой передней стреловидностью, и с двухкилевым верти-

* Подробные сведения о СВВП Белл XV-15 приведены в бюллетене «Техническая информация» № 23—24, 1981 г. и № 17—18, 1980 г.

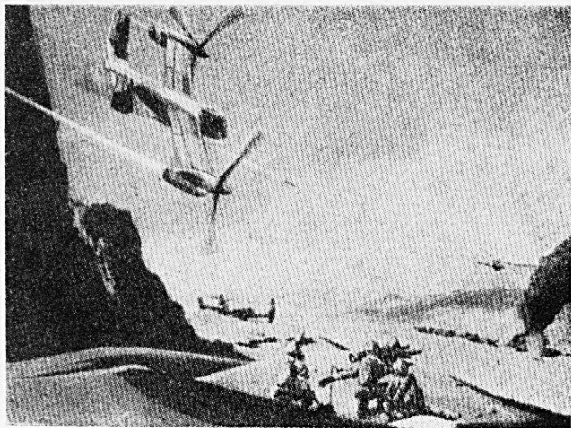


Рис. 9. Возможное военное применение СВВП с поворотными винтами

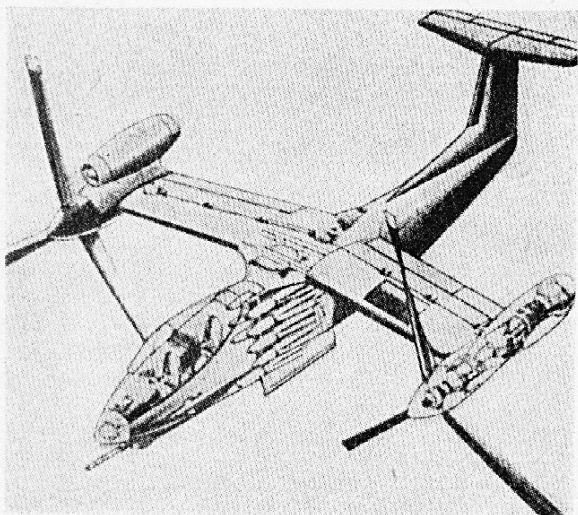


Рис. 10. Проект двухместного СВВП с поворотными винтами, разрабатывавшийся фирмой Белл

кальным оперением. Подобная компоновочная схема рассматривалась и в проекте СВВП, показанном на рис. 9. СВВП должен быть двухместным с установленными в носовой части пушкой на турели и выдвижным прицелом [14].

Компоновочная схема легкого боевого СВВП с поворотными винтами, разработанного фирмой Белл первоначально по программе JVX* и являющегося развитием СВВП XV-15, приведена на рис. 10. СВВП также двухместный, с установленной на турели пушкой и ракетами или бомбами в центральном бомбоотсеке [4].

Исследования фирмы Хьюз. Фирма Хьюз изучает концепцию легкого многоцелевого вертолета LHX одновинтовой схемы без рулевого винта, которая будет иметь многочисленные особенности, связанные с использованием усовершенствованной техники. Опубликованы рисунки вертолета (рис. 11), показывающие особенности его конструкции, которые включает высокоскоростную интегрирован-

* Подробные сведения о СВВП по программе JVX приведены в бюллетене «Техническая информация» № 4, 1983 г.

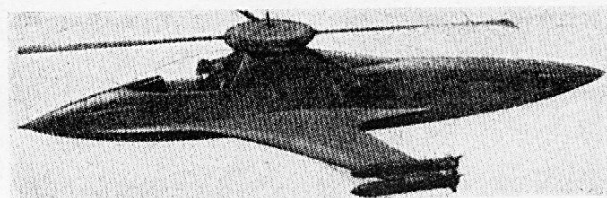
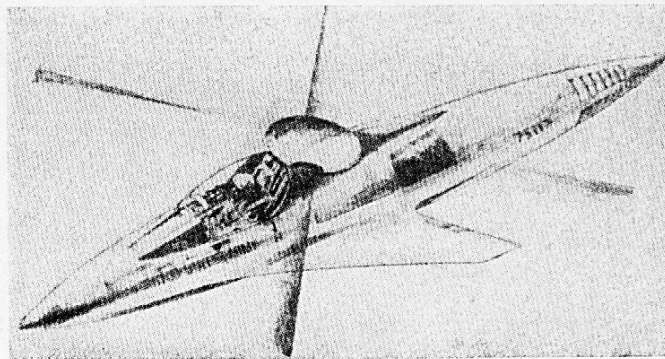


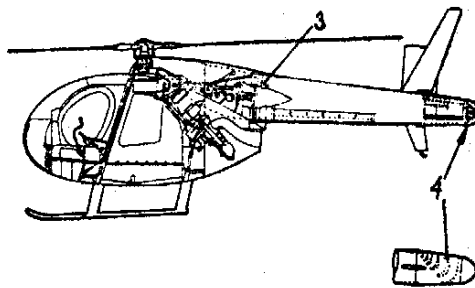
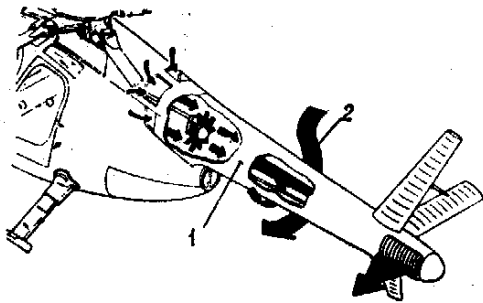
Рис. 11. Проект одноместного вертолета LHX фирмы Хьюз вертолета AS «Дофэн» N1

ную систему несущего винта, систему управления полетом с помощью бортовой ЭВМ, усовершенствованные двигатели, планер из КМ, упрощенное оборудование кабины для уменьшения загрузки экипажа, конформную подвеску вооружения, убирающиеся шасси. Предусматривается возможность использования топлива различных видов и усовершенствованной техники снижения заметности. Предусматривается также установка небольшого крыла для разгрузки несущего винта при больших скоростях в горизонтальном полете [15]. Это указывает на то, что фирма Хьюз рассматривает возможность достижения больших скоростей полета. Рулевой винт заменен системой уравнивания реактивного крутящего момента, испытанной на экспериментальном вертолете OH-6A и получившей название NOTAR. Носовая часть вертолета, занятая одноместной кабиной экипажа, напоминает нос самолета. Система управления электродистанционная.

По мнению фирмы Хьюз, вертолет LHX должен обладать следующими характеристиками: взлетный вес 2750—3650 кгс, скорость броска 333 км/ч, дальность около 1500 км, максимальная скороподъемность 11,65 м/с (на высоте 1200 м и при высокой температуре воздуха) [16].

На стенде фирмы Хьюз продолжают испытания усовершенствованной опытной модели концепции NOTAR*. Испытания проводятся на модифицированном вертолете Хьюз OH-6A (рис. 12), который использовался для апробации концепции NOTAR в 1981 г., и должны привести, по заявлению фирмы,

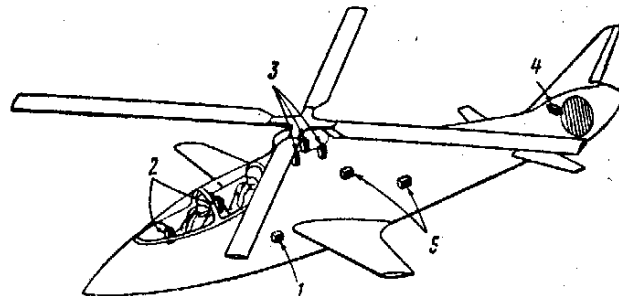
* Концепция NOTAR предусматривает уравнивание реактивного крутящего момента несущего винта с помощью системы управления циркуляцией на хвостовой балке (при истечении воздуха, подаваемого вентилятором, через продольную щель на хвостовой балке) и путевое управление с помощью струйного руля на конце хвостовой балки.



1—система управления циркуляцией на хвостовой балке; 2—обтекание хвостовой балки потоком от несущего винта; 3—вентилятор изменяемого шага; 4—струйные рули для путевого управления
Рис. 12. Использование системы NOTAR на экспериментальном вертолете Хьюз OH-6A



Рис. 13. Проект одноместного вертолета, исследуемого фирмой Боинг-Вертол по программе LHX



1—процессор управления полетом; 2—ручки управления по четырем осям; 3—приводы управления несущим винтом; 4—привод курсового управления; 5—процессоры управления полетом

Рис. 14. Проект двухместного вертолета, исследуемого фирмой Боинг-Вертол, и размещение на нем элементов системы ADOCS (цифровой оптической системы управления)

к следующей стадии разработки системы, после чего она может быть применена на легких вертолетах, разрабатываемых по программе LHX. Указывается, что концепция NOTAR, возможно, не сможет обеспечить достижение больших скоростей. Из соображений экономии испытания проводились с имеющимися вентиляторами, предназначенными для другого применения. Предстоящие испытания концепции NOTAR на вертолете будут проводиться со специально разработанными вентиляторами с меньшим диаметром, более легкими и более чем вдвое эффективными. Уменьшение диаметра вентилятора будет способствовать уменьшению диаметра хвостовой балки и веса конструкции вертолета.

Летные испытания вертолета OH-6A с системой NOTAR на режиме висения были возобновлены в начале 1984 г., а летом должны были начаться полеты с поступательной скоростью. По состоянию на февраль 1984 г. вертолет налетал более 40 ч и достиг максимальной скорости горизонтального полета 203 км/ч [17].

Исследования фирмы Боинг-Вертол. Фирма Боинг-Вертол исследует проект одноместного вертолета одновинтовой схемы, общий вид которого приведен на рис. 13. Вертолет должен быть снабжен четырехлопастным несущим винтом с большим обтекателем и прицелом, установленным сверху обтекателя. Никаких данных о конструкции и характеристиках этого вертолета в печати не приводилось [2].

Фирма Боинг-Вертол исследует также проект двухместного вертолета LHX, о конструктивных особенностях которого можно судить по схематическому изображению, приведенному на рис. 14 [18]. Указывается, что эта схема должна иллюстрировать, как будет размещаться на вертолете LHX

усовершенствованная цифровая оптическая система управления ADOCS, исследованиями которой для армии США фирма Боинг-Вертол осуществляет руководство. Исследуемый вертолет также выполнен по одновинтовой схеме с четырехлопастным несущим винтом, небольшим крылом и, вероятно, струйным рулем, установленным в хвостовой части фюзеляжа.

ПРОГРАММА ARTI РАЗРАБОТКИ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОЙ ТЕХНИКИ ВИНТОКРЫЛЫХ АППАРАТОВ

До утверждения контракта на полномасштабное производство вертолета LHX армия США планирует испытывать в полете на существующих вертолетах элементы конструкции планера, систем и силовой установки, исследуемых по комплексной программе разработки усовершенствованной техники винтокрылых аппаратов ARTI (Advanced Rotorcraft Technology Integration) [19]. Основными задачами летных испытаний по программе ARTI будет испытание средств уменьшения нагрузки летчика и определение возможности выполнения одним летчиком еще и функций стрелка. Программа испытаний будет также включать исследования по определению надежности, ремонтпригодности и живучести.

В комплексной программе разработки усовершенствованной техники винтокрылых аппаратов ARTI, предшествующей разработке программы LHX, участвуют четыре американские вертолетные фирмы (Сикорский, Хьюз, Боинг-Вертол и Белл) на конкурсных началах, а также фирмы, производящие оборудование. Возможно привлечение европейских

фирм Уэстленд (Англия), Аэропассьяль (Франция), Агуста (Италия) и Мессершмитт-Бёлков-Блом (ФРГ). Армия назначила срок окончания первой фазы конкурса по программе ARTI 31 декабря 1985 г., работы по исследованию силовой установки в рамках программы должны начаться в 1985 г., разработка планера годом позже, а системы вооружения в 1988 г.

Программа ARTI предусматривает объединение перспективных конструкций фюзеляжа, систем и двигателей для создания демонстрационного образца аппарата LHX. На это армией было запрошено 2 млн. долл. в 1984 ф. г. Комплексная программа ARTI должна объединить ряд исследовательских программ, среди которых:

программа ATDE (Advanced Technology Demonstrator Engine) разработки демонстрационного двигателя с использованием усовершенствованной техники;

программа LDTP (Lightweight Drive Train Program) разработки облегченной системы трансмиссии;

программа ITR/FRR (Integrated Technology Rotor/Flight Research Rotor) разработки новых несущих винтов на основе интегрирования технических достижений и исследований их на летающей лаборатории;

программа ACAP (Advanced Composite Airframe Program) разработки усовершенствованной конструкции планера из композиционных материалов;

программа ADOCS (Advanced Digital/Optical Control System) разработки усовершенствованной цифровой оптической системы управления;

программа HATS (Helicopter Automatic Targeting System) разработки вертолетной автоматической системы обнаружения цели;

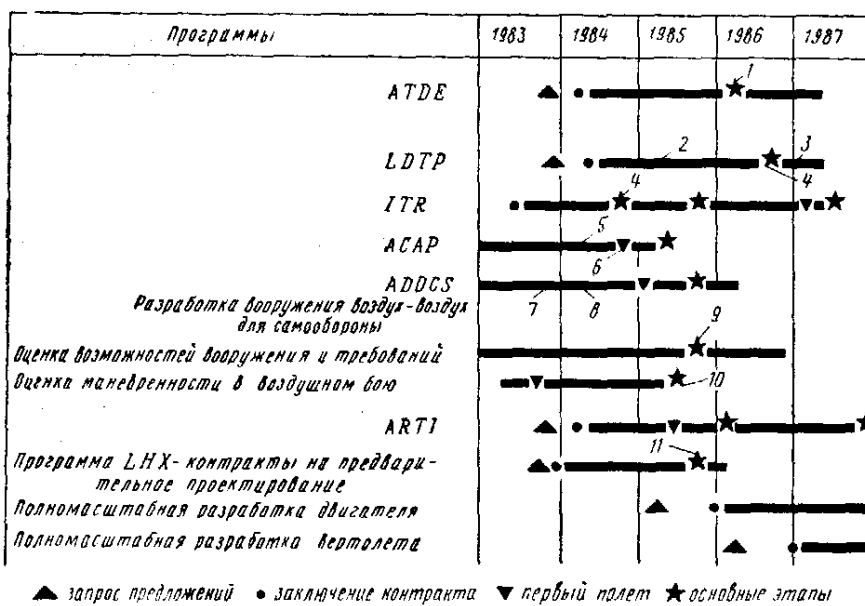
разработка системы RSIS (Rotorcraft System Integration Simulation) для интегрального моделирования вертолетных систем;

График проведения исследовательских работ по программе ARTI и объединенным с ней другим программам, связанным с разработкой вооружения воздух—воздух для самообороны, в 1983—1987 гг. приведен на рис. 15. На графике показано время начала работ по данной программе (запрос предложений), заключения контракта и начала летных испытаний демонстрационного образца, а также наиболее важные этапы выполнения программы. Из графика видно, что в рассматриваемый период времени на исследование почти по всем программам были заключены контракты; на ряд программ, начавшихся до этого периода (программы ACAP, ADOCS и др.), контракты были заключены ранее. Большинство программ к концу рассматриваемого периода времени завершатся. Для сопоставления в нижней части графика указаны основные этапы программы LHX [20].

Особое внимание будет обращать на компоновку кабины экипажа, обеспечение надежности и наилучшего сочетания видов оружия и ТТТ по скорости и маневренности. В результате проведения программы ARTI надеются достичь четырехкратного увеличения вероятности выполнения боевого задания, сокращения времени последовательного уничтожения нескольких целей на порядок и уменьшения трудозатрат на техническое обслуживание на 50% по сравнению со стандартами конца 1970-х годов.

Указывается, что желательно, хотя это технически трудно выполнимо, создать вертолет LHX одноместным. Если удастся сделать вертолет одноместным, предполагается снизить его взлетный вес на ~270 кгс.

Программой ARTI руководит лаборатория прикладных научно-технических исследований армии, находящаяся в Форт-Юстисе (шт. Виргиния). Основной упор в программе ARTI делается на определение возможности эксплуатации вертолета, управляемого одним летчиком, при выполнении требова-



1—расширение разработки; 2—испытания агрегатов; 3—испытания двигателей; 4—изготовление модели; 5—полное изготовление; 6—прочностные испытания; 7—контракт; 8—изготовление; 9—установка вооружения; 10—расчетные критерии; 11—испытания оборудования
Рис. 15. График проведения исследовательских работ по программе ARTI и объединенным с ней другим программам в 1983—1987 гг.

ний, предъявляемых к вертолету LHX (таких как ночной бреющий полет), с использованием находящихся в кабине автоматических средств обеспечения пилотирования [19].

Фирма Сикорский получила контракт от армии (вместе с тремя другими вертолетными фирмами) на участие в конкурсной программе ARTI. Кроме расчетных исследований контрактом предусматривается определение направления исследований по всей программе ARTI, которые будут также включать выбор компоновки и оборудования для одноместной кабины вертолета LHX, испытания на наземных тренажерах и испытания на летающей лаборатории [21].

Испытания усовершенствованной одноместной кабины вертолета LHX фирма Сикорский проведет на модифицированном вертолете S-76, используемом в качестве летающей лаборатории.

Для проведения летных испытаний, которые начнутся в конце 1984 г., одноместная кабина, разрабатываемая фирмой, будет установлена в носовой части вертолета S-76, впереди его обычной кабины, как показано на рис. 16. Переоборудованный вертолет S-76, получивший обозначение SHADOW (усовершенствованный вертолет фирмы Сикорский для исследования нагрузки на летчика), будет оснащаться различными системами управления, индикации и приборного оборудования, разработанными с учетом обеспечения возможности одному летчику пилотировать вертолет на малой высоте в ночных условиях. Разрабатываемая кабина будет иметь большую площадь остекления, причем предусмотрена возможность изменять видимость из кабины от максимальной до нулевой для имитации полетов в сложных метеорологических условиях и ночью [22].

Фирма Сикорский, являясь основным разработчиком по программе ARTI, сотрудничает с группой фирм-разработчиков, в которую включены фирмы Гамильтон Стандарт, Норден Системз, Мартин-Мариетта, Нортроп и Рокуэлл Коллинз. Фирма Гамильтон Стандарт ответственна за разработку автоматической цифровой оптической системы управления вертолетом, системы речевой сигнализации и системы речевых команд по распознаванию, а также боковой ручки управления. Фирма Норден Системз будет разрабатывать технические условия для систем управления вертолетом и оружием, си-



Рис. 16. Рисунок одноместной кабины для вертолета LHX, установленной в носовой части вертолета S-76 (программа SHADOW фирмы Сикорский)

стемы связи и системы прицеливания и наведения, а также разрабатывает цепи передачи данных с очень большим быстродействием. Фирма Мартин-Мариетта специализируется в области датчиков, взрывателей, сигнализации систем радиолокации и оружия. Фирма Нортроп должна разрабатывать усовершенствованную систему переднего обзора, соединенную с нацеленным прицелом, и будет работать над развитием концепции автоматического обнаружения, опознавания и захвата цели. Фирма Нортроп на своем стенде F-20, моделирующем воздушный бой, будет исследовать ведение воздушного боя вертолета против вертолета. Фирма Рокуэлл Коллинз должна определить облик кабины экипажа, системы индикации, комплексацию прицельно-навигационного оборудования и системы связи [12].

Предполагается, что использование одноместной кабины на вертолетах LHX дает значительную экономию не только в весе вертолета, но и в его стоимости при серийном производстве требуемых для армии 5000 вертолетов LHX.

Фирма Боинг-Вертол ведет проектирование и разработку для армии усовершенствованной цифровой оптической системы управления ADOCS, которая может быть использована на легких вертолетах LHX будущих модификаций и аппаратах JVX с поворотным винтом, а также на вертолетах Сикорский UH-60A «Блэк Хоук».

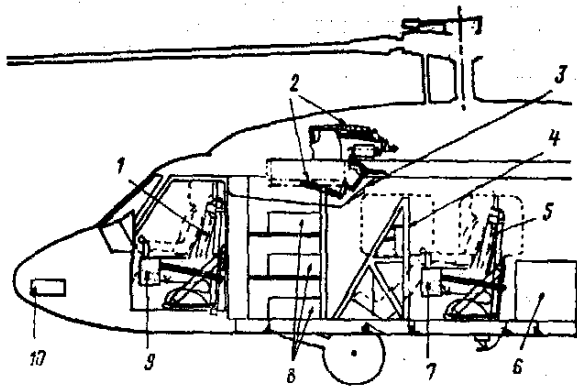
Для системы ADOCS фирма Боинг-Вертол изучает оптоэлектронную систему управления, которая особенно привлекательна для военных вертолетов, благодаря нечувствительности волоконной оптики к воздействию электромагнитных излучений, простоте ее ремонта в случае повреждения и резкому уменьшению веса элементов системы управления.

В системе ADOCS механическая или электрическая проводка управления заменяется оптическими волоконными кабелями. Использование оптических датчиков положения и многопроцессорных ЭВМ управления полетом имеет важное значение для создания усовершенствованной системы, которая не только обладает большей надежностью и живучестью по сравнению с используемыми системами, но и гарантирует лучшие летные характеристики вертолета, на котором она установлена.

Фирма Боинг-Вертол устанавливает систему ADOCS с трехкратным резервированием на вертолете Сикорский UH-60 «Блэк Хоук», который должен был совершить первый полет в декабре 1983 г. и завершить летные испытания продолжительностью 115 ч в первом полугодии 1985 г. Поставлена задача получения боеспособной системы управления полетом, пригодной для разведывательных и ударных заданий, выполняемых ночью и на бреющем полете, запланированных для легких вертолетов LHX [22].

Оптическая часть системы ADOCS состоит из оптических волоконных кабелей и датчиков положения на ручках управления летчика и исполнительных механизмов для управления несущим винтом. Кабель состоит из кремниевых нитей с покрытием и пластикового материала.

Оптические волоконные кабели проходят от органов управления до процессоров и дальше до исполнительных механизмов. Каждый из них заменяет пять электрических проводов эквивалентной электродистанционной системы. Оптические датчи-



1—сиденья первого и второго летчиков; 2—приводные механизмы цифровой оптической системы управления; 3—гидравлическая платформа; 4—упрощенная группа приборов; 5—заднее сиденье второго летчика; 6—испытательное оборудование; 7—второй блок управления по четырем направлениям; 8—процессоры системы управления; 9—первый блок управления по четырем направлениям; 10—курсовертикаль

Рис. 17. Схема установки элементов оборудования цифровой оптической системы управления ADOCS фирмы Бонинг-Вертол на вертолете Сикорский УН-60А

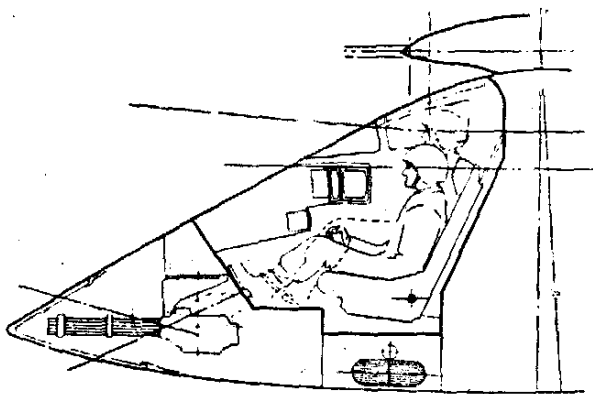


Рис. 18. Схема одноместной кабины, исследуемой фирмой Бонинг-Вертол для своего проекта вертолета LHX, приведенного на рис. 13. Сиденье летчика-стрелка может перемещаться вверх для удобства обзора

ки не содержат электрических элементов, что делает их неуязвимыми к действию помех, создаваемых системами РПД, или мощных электромагнитных импульсов, возникающих при ядерных взрывах.

Приведена схема размещения электрооборудования системы ADOCS в кабине экипажа вертолета УН-60А (рис. 17). Обычные органы управления летчика заменены многофункциональной боковой ручкой управления. Сигналы летчика от блока управления по оптической цепи передаются через основной блок процессора цифровой системы управления на три приводных механизма в системе несущего винта и один приводной механизм в системе рулевого винта [18].

Опубликована схема одноместной кабины для легкого вертолета LHX, исследуемая фирмой Бонинг-Вертол (рис. 18). В кабине будет установлен панорамный индикатор с сектором обзора 220°, на котором будут воспроизводиться параметры полета и данные цели. Индикатор с движущейся картой, связанной с навигационной системой, будет непрерывно представлять информацию о положении вертолета и боевого расчета и окружающей обстановке.

Управление вертолетом будет осуществляться с помощью системы ADOCS; управление средствами связи и бортовыми системами будет обеспечиваться речевой системой управления, которая также должна использоваться совместно с саморегулируемыми средствами контроля, которые сигнализируют летчику состояние бортовых систем [24].

Фирма Хьюз предполагает использовать моделирующие установки фирмы Макдоннелл-Дуглас для проведения исследований и разработок по новому семейству легких вертолетов LHX. Предусматривается воспроизведение условий воздушных и наземных боев, которые будут вестись с участием вертолетов LHX, а также оценка новых концепций оборудования и систем для вертолетов нового поколения.

Фирма Хьюз, как и другие участвующие в программе ARTI фирмы, должна построить полномасштабный макет кабины вертолета LHX для оценки отдельных компонентов и систем. Одновременно фирма Хьюз для проверки концепции LHX собирается модифицировать один из имеющихся вертолетов и использовать его в качестве летающего стенда.

В начале 1985 г. предполагается начать летные испытания модифицированного вертолета АН-64 «Апач» с автоматической системой управления полетом, разработанной фирмой Ханнуэлл для вертолета LHX.

ПРОГРАММА АСАР РАЗРАБОТКИ ПЛАНЕРА ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

В конце 1982 г. фирмы Белл и Сикорский получили контракты лаборатории прикладной техники армии США общей стоимостью около 40 млн. долл. на разработку и постройку планеров из композиционных материалов для легких вертолетов по программе АСАР.

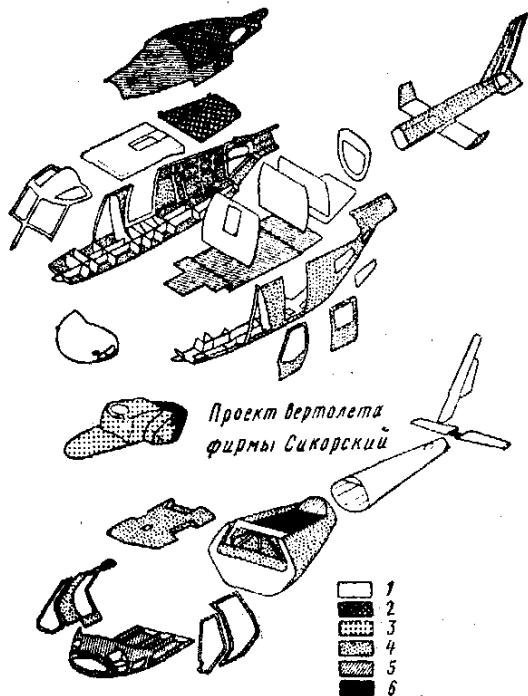
Конструкция планера из КМ должна быть легче на 22%, а по стоимости изготовления на 17% дешевле обычной металлической конструкции. Элементы конструкции вертолетов будут выполняться с применением стекловолокна, углеродного волокна и кевлара, как показано на рис. 19.

Фирме Сикорский в разрабатываемом по программе АСАР планере вертолета S-75 удалось уменьшить число деталей на 65% и элементов крепления на 75%. Завершение постройки вертолета S-75, являющегося развитием вертолета S-76 с расчетным взлетным весом 3850 кгс, планировалось в середине 1984 г.

В начале 1984 г. фирма Белл завершила постройку планера вертолета D. 292, выполненного из композиционных материалов по программе АСАР и предназначенного для оценки возможности изготовления вертолета из КМ и для проверки всех методов изготовления, сборки и контроля. Оригинальность конструкции фюзеляжа заключается в том, что он изготавливается из двух половин, которые соединяются методом горячего склеивания [20].

В 1984 г. на основе демонстрационного планера будет изготовлен опытный образец, предназначенный для летных испытаний и испытаний на механическую прочность, на нем будет установлено все электронное и испытательное оборудование. К это-

Проект вертолета фирмы Белл



1—эпоксидный графитоластик; 2—полиамидный стеклопластик; 3—термопластик с наполнителем из волокна кевлар; 4—эпоксидный материал с наполнителем из волокна кевлар; 5—эпоксидный стеклопластик; 6—металл
Рис. 19. Использование композиционных материалов в проектах вертолетов, разрабатываемых фирмами Белл и Сикорский по программе АСАР

му же времени будет изготовлен планер для статических испытаний. Для проведения летных испытаний на вертолете D. 292 будут установлены двигатели и динамическая система несущего винта от серийного вертолета Белл 222. Расчетный взлетный вес вертолета Белл D. 292 ~3400 кгс.

Фирма Белл придерживается тенденции использования крупных штампованных деталей, это позволит уменьшить число элементов крепежа до ~1000 (что в 50 раз меньше числа элементов крепежа сравнимых обычных вертолетов).

ПРОГРАММА ATDE РАЗРАБОТКИ ДЕМОНСТРАЦИОННОГО ДВИГАТЕЛЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОЙ ТЕХНИКИ

В программе ATDE участвуют двигателестроительные фирмы Авко Лайкоминг, Аллисон и Гаррет. Разрабатываемые демонстрационные двигатели Авко Лайкоминг PLT 34B-1 и Аллисон 280-C1 являются модификациями существующих ГТД и должны обладать мощностью на взлетном режиме ~830 л. с. при удельном расходе топлива ~220 г/л. с.-ч [27].

Фирма Гаррет намерена предложить двигатель, разрабатываемый на базе газогенератора ТРДД F. 109, выбранного ВВС для установки на тренировочном самолете нового поколения NGT. Этот ТРДД может быть модифицирован в турбовальный ГТД.

Руководитель программы разработки двигателей для военных самолетов Джонс считает, что турбовальный вариант двигателя F. 109 мощностью 1000—1200 л. с. обладает «определенными преимуществами» перед двигателями, предложенными фирмами Авко Лайкоминг и Аллисон для вертолета LHX. По мнению Джонса, программа армии по созданию усовершенствованного двигателя мощностью ~800 л. с. не обеспечивает выполнение требований к вертолету по программе LHX. Двигатель F. 109 спроектирован фирмой Гаррет в соответствии с критериями комплексной программы разработки двигателей ATDE, что позволит удовлетворить требованиям к вертолету LHX по обеспечению максимального срока службы и очень низкого удельного расхода топлива [27].

На вертолетах LHX будут установлены один или два ГТД, разрабатываемые по программе ATDE. Ожидается, что у этих двигателей расход топлива будет на 20% меньше, чем у существующих, что позволит уменьшить расход топлива вертолета LHX за полет на 29%, благодаря чему вес пустого вертолета сможет быть уменьшен на 17% [26].

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПРОГРАММЫ LHX

Директор-распорядитель американского вертолетного общества Дж. Цугшверт привел новые данные о перспективах развития программы легких вертолетов LHX. Кроме тех 5000 вертолетов LHX, которые требуются армии, корпус морской пехоты, возможно, закажет ~2000 и ВВС еще ~1000 вертолетов. Можно ожидать, что приблизительно 5000 модифицированных вертолетов будут проданы гражданским организациям, так как все вертолетостроительные фирмы в ближайшие годы должны будут сконцентрировать свои усилия на разработке военных вертолетов LHX и не смогут заняться разработкой гражданских вертолетов. Общее количество вертолетов, которые могут быть построены по программе LHX (~13 000), в сочетании с намечаемыми затратами по программе, которые могут составить 40 млрд. долл., ставит программу LHX в разряд первостепенных, а для армии она уже «имеет значение программы номер один» [7].

Армия, возможно, выберет не одну фирму для постройки вертолета, отметил Дж. Цугшверт, и намерена привлечь к производству к 2000 г. 13 000 вертолетов LHX и 2000—3000 аппаратов JVX все четыре крупные американские вертолетостроительные фирмы (Белл, Сикорский, Боинг-Вертол и Хьюз).

1. Interavia Air Letter, 1983, 15/VI, N 10276, p. 4, 5.
2. Flight International, 1983, v. 124, 20/VIII, N 3876, p. 467—477.
3. UN Army Aviation Digest, 1983, I, N 1.
4. Flight International, 1983, v. 124, 5/XI, N 3887, p. 1214—1217, 1219—1220.
5. Aerospace Daily, 1983, v. 122, 16/VIII, N 32, p. 249, 18/VIII, N 34, p. 269.
6. Armed Forces Journal, 1983, v. 120, VI, N 11, p. 16.
7. Rotor and Wing International, 1984, v. 18, I, N 1, p. 56, 58, 60, 62, 70.
8. Aviation Week and Space Technology, 1983, v. 119, 8/VIII, N 6, p. 24.
9. Armed Forces Journal, 1984, v. 120, III, N 6, p. 38.
10. Air et Cosmos, 1983, 2/IV, N 955, p. 20.
11. Aviation Magazine, 1983, 14/VI, N 851, p. 45.
12. Military Technology, 1983, v. 7, VIII, N 8, p. 72, 73.
13. Aviation Week and Space Technology, 1983, v. 118, 16/V, N 20, p. 19.
14. Interavia Aerospace Review, 1983, v. 38, IX, N 9, p. 972—974.