

УДК 629.7.01

Ю.Н. Геремес, А.Г. Гребеников, А.М. Гуменный, А.Ф. Иванько,
А.И. Костенко, А.А. Сердюков, А.С. Чумак, В.Ф. Шмырев

Концепция создания пассажирского самолёта для местных воздушных линий

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»

На основании анализа рынка воздушных судов для местных авиалиний с малым пассажиропотоком разработана концепция создания современного пассажирского самолёта. Концепция представлена в виде проектных решений характерных для ранних этапов проектирования в объеме, достаточном для перехода к формированию технического предложения и последующим этапам проектирования. Сформулированы и обоснованы требования к характеристикам, оборудованию, соответствию самолёта международным нормам и правилам, позволяющие обеспечить проектирование, производство и эксплуатацию конкурентоспособного самолёта превосходящего по основным характеристикам зарубежные аналоги и дополняющего модельный ряд отечественной авиационной техники.

Ключевые слова: концепция проектирования, техническое задание, аванпроект, интегрированное проектирование, параметризация, летно-технические характеристики, экономическая эффективность, компоновка, аэродинамическое качество.

Постоянный рост требований к авиационной технике, необходимость замены устаревающего парка, изменение структуры рынка авиационных перевозок создают потребность в разработке новых типов самолётов. Одним из наиболее актуальных направлений в проектировании авиационной техники является создание нового пассажирского самолёта местных воздушных линий (СМВЛ). В настоящее время ниша самолетов для региональных перевозок насыщается и обновляется исключительно зарубежными аппаратами. На мировом рынке СМВЛ предлагаются самолеты Embraer (Бразилия), Jetstream и Short (BAE, Великобритания), De Havilland и Canadair (Канада), ATR (Франция), Fairchild (США), LET (Чехия), SAAB (Швеция) и др.

Самолеты Як-40, Л-410 и Ан-28, до сих пор используемые для обеспечения нужд населения и промышленности, выработали свой ресурс. Однако замена их на новые самолеты, отечественного производства типа Ан-38 или производства России типа Су-80, не происходит. Украинские авиаперевозчики эти самолеты не покупают, авиаперевозчиками из других стран СНГ проводятся единичные закупки. Зарубежные рынки сбыта жестко контролируются западными производителями, делая практически невозможным выход новых отечественных самолетов на рынок Европы, Северной и Южной Америки. В настоящее время потенциально возможные рынки сбыта расположены только в Азии и Африке, но и они продолжают уменьшаться из-за крайне недостаточного государственного лоббирования подобных сделок и неспособности отечественных предприятий развернуть широкую сеть сервисных центров за рубежом.

Внутренний рынок гражданской авиационной техники стран СНГ находится в затяжном кризисе. Авиационные компании предпочитают максимально использовать устаревшую, но проверенную советскую технику, не требующую значительных вложений. Основная причина сложившейся ситуации состоит в отсутствии у региональных авиакомпаний финансовых средств для закупок новой техники и в отсутствии возможностей получения таких средств с использованием различных форм кредитования (в т.ч. - финансового лизинга).

Частота пользования воздушным транспортом (достаточно полно характеризующая спрос на его услуги) в стабильных условиях прямо зависит от уровня экономики страны, который, в свою очередь, может быть оценен через уровень ВВП на душу населения. В развитых странах Европы с уровнем ВВП в 12-25 тысяч долларов на человека частота пользования воздушным транспортом лежит в пределах 0,8...1,5 полета в год на душу населения. В США и Канаде, где ВВП на душу населения – 30...53 тыс. дол., - до 2,5...3,0 полетов в год. В развивающихся странах в зависимости от уровня ВВП и особенностей географического положения – в пределах 0,05...0,5 полета в год. В странах СНГ этот показатель не превосходит значения 0,2 и перспектив для его увеличения в ближайшие годы не наблюдается. По данным российского НИИ гражданской авиации, в 2000-2005 годах свыше 45% воздушных судов в российских авиакомпаниях, обеспечивающих внутренние линии, простаивало по большей части из-за отсутствия работы, а на достаточно загруженных рейсах - из-за технической неготовности, отсутствия топлива, запчастей и т.п. Средний коэффициент загрузки на ряде линий упал до 50...55% (в 1990 году загрузка достигала 70...75%), в то время как зарубежные компании эксплуатируют пассажирские самолеты более интенсивно, при средней загрузке свыше 65%. В настоящее время уровень использования ВС и загрузки авиалиний несколько возрос, но это связано не столько с ростом пассажиропотоков, сколько с интенсивным списанием исчерпавшей свой ресурс техники.

В этих условиях модернизация парка самолётов для региональных перевозок осуществляется катастрофически низкими темпами и главным образом за счет подержанной, предоставленной в лизинг зарубежной авиатехники.

Таким образом, перспективный пассажирский самолёт местных воздушных линий должен быть экономически эффективным при эксплуатации на авиалиниях с малыми пассажиропотоками, обеспечивать пассажирам и экипажу современный уровень комфорта и иметь цену, позволяющую приобретать его даже некрупным авиаперевозчикам. Только при соблюдении этих условий новый самолет имеет возможность занять потенциально незаполненную нишу на рынке Украины, стран СНГ, Ближнего Востока и Африки.

Целью данной статьи является разработка концепции пассажирского самолета, дополняющего имеющиеся типы отечественной авиационной техники, способного эффективно конкурировать с зарубежными аналогами. Разрабатываемый тип самолета призван обеспечить эффективное решение перспективных задач народнохозяйственного комплекса страны в области межрегиональных пассажироперевозок, а также требования потенциальных зарубежных заказчиков. Новый самолет должен в кратчайшие сроки и с минимальными затратами адаптироваться к существующей системе производства, летной эксплуатации, обслуживания, ремонта и управления полетами, удовлетворять современным требованиям комфорта и безопасности перевозки пассажиров.

Конкурентоспособность самолета определяется следующими общепринятыми для воздушных судов (ВС) критериями:

- экономической эффективностью эксплуатации воздушного судна у авиаперевозчика;

- соответствием характеристик безопасности, комфорта, шума, экологических показателей современным международным стандартам и требованиям, обеспечивающим возможность эксплуатации воздушного судна и его привлекательность для потребителей;

- наличием инфраструктуры, обеспечивающей продажу (лизинг) и после-продажное обслуживание воздушного судна у авиаперевозчика: ремонт, поставка запасных частей, принадлежностей, инструментов, техобслуживание и т.п.

Наиболее значимыми комплексными параметрами, характеризующими уровень экономической эффективности его эксплуатации, можно считать удельную стоимость на одно пассажиро-место и топливную эффективность ВС. В совокупности эти параметры определяют прямые эксплуатационные расходы (ПЭР), а их уровень позволяет судить о конкурентоспособности ВС данного класса при равном уровне доведенности, ресурсов и характеристик надежности и ремонтпригодности.

Анализ статистических данных [1] показывает, что для обеспечения оптимальной загрузки на авиалиниях с малым пассажиропотоком в странах с низким уровнем ВВП на душу населения экономически целесообразное количество пассажиров экономкласса – 18-19 человек с возможностью повышения комфорта при уменьшении количества мест.

Анализ публикаций

Многими авторами [2, 3, 4] разработка концепции самолёта рассматривается в качестве необходимого этапа общего проектирования. Тем не менее, публикации, непосредственно касающиеся объема и содержания данного этапа, встречаются нечасто. Исследования маркетинговых отделов авиакомпаний [5] представлены статьями, констатирующими низкий уровень пассажиропотоков в странах СНГ, и необходимость замены устаревшей советской техники лайнерами ведущих мировых производителей. Такая ситуация, конечно же, мало способствует развитию отечественной авиационной промышленности. В то же время публикации разработчиков авиационной техники описывают концепцию самолёта на этапе серийного производства, что в большей степени отражает окончательный результат проектирования, когда целесообразность требований и проектных решений проверена наиболее точным методом – практически. Такие публикации дают представление о том, как совокупность взаимодополняющих технических решений позволяет достигнуть гармонизации летно-технических характеристик и требований к самолёту. Однако это не дает возможности в полной мере проследить переход от этапа постановки целей и задач проектирования к формированию технического задания и эскизному проектированию.

Разработка технического задания

На основании анализа статистических данных и маркетинговых исследований было разработано техзадание на проектирование пассажирского самолёта для местных воздушных линий. Согласно ему самолет X-174 создается как база семейства пассажирских самолетов пассажироместимостью до 20 человек с двумя двухконтурными реактивными двигателями с высокой степенью конструктивно-технологической и эксплуатационной приемственности и унификации с самолетами, производимыми отечественными авиастроительными заводами. Самолеты семейства "X-174" должны обеспечить:

- максимально широкий диапазон функциональных возможностей по дальности, скорости, комфорту, автономности и аэродромной сети;
- максимальное разнообразие вариантов по видам применения (региональный, магистральный, средней дальности, административный, грузовой) и типам оборудования (отечественная или западная авионика и оборудование).

Разрабатываемый самолёт должен превосходить существующие аналоги по лётно-техническим, ресурсным, эксплуатационным и экономическим характеристикам.

- Аэродинамическая компоновка самолёта должна обеспечивать крейсерское аэродинамическое качество на уровне 19-20 единиц, что на 5...7% выше показателей аналогов
- Компоновка салона должна обеспечивать уровень комфорта на уровне современных мировых стандартов для салонов экономкласса, с возможностью переоборудования и выпуском самолетов с салонами бизнес-класса и класса люкс. Кабина экипажа и пассажирский салон полностью герметичны.
- Взлётно-посадочные характеристики должны обеспечивать безопасную эксплуатацию разрабатываемого самолёта с грунтовых аэродромов при длине ВПП от 500 м, что соответствует классу E по классификации СНИП 2.05.08-85, СНИП 32-03-96, либо классу 1В согласно классификации ИКАО, а также эксплуатацию с необорудованных аэродромов.
- Топливная эффективность. Необходимо обеспечить снижение расхода топлива на крейсерском режиме на 10...15% по сравнению с аналогами, до уровня 24,9 г/пасс. км.
- Высокая транспортная эффективность - не более 189 г/пасс. км (на 7...15% ниже аналогов) должна быть обеспечена за счёт высокого уровня весового совершенства конструкции и систем, относительная масса планера - не более 27%.
- Силовая установка должна обеспечивать необходимый уровень тяговооружённости при низком уровне шума, вибраций и расходе топлива на крейсерском режиме не более 0,55...0,56 кг/кгс.ч. По шуму на местности самолет должен удовлетворять требованиям главы 4 международных стандартов «Охрана окружающей среды», приложения 16 к Конвенции о международной гражданской авиации (том I «Авиационный шум», 2001 г.).
- Система управления и пилотажно-навигационный комплекс должны быть выполнены с применением современного оборудования. Необходимо, чтобы точностные характеристики пилотажно-навигационного комплекса отвечали международным требованиям (RNP, RVSM, BRNAV и PRNAV). Кабину летчиков выполняют с учетом современных требований эргономики. Основными устройствами, на которых отображается пилотажная и навигационная информация, а также данные основных систем самолета и силовых установок, являются цветные жидкокристаллические дисплеи с активной матрицей.
- Проектный ресурс планера должен составлять не менее 80000 летных часов. Срок службы - не менее 30 лет.
- Стоимость должна составлять не более 3,5-4 млн дол., что на 10...20% ниже средней стоимости самолетов рассматриваемого класса.
- Эксплуатационная технологичность должна обеспечивать удельную трудоёмкость технического обслуживания не более 2,5 человеко-часов на 1 час полета, а также возможность автономного текущего технического обслуживания самолета силами экипажа.
- Для обеспечения конкурентоспособности разрабатываемый самолёт должен удовлетворять требованиям современных норм лётной годности (АП-25, FAR-25), а также ряду уникальных требований по условиям эксплуатации в условиях песчаных аэродромов.

- Для обеспечения эффективности проектирования самолёта следует широко применять современные системы автоматизированного проектирования (САПР) для оптимизации проектных параметров самолёта, а также системы интегрированного проектирования CAD/CAM/CAE/PLM. Согласно разработанному техническому заданию самолет должен соответствовать следующим требованиям и обладать следующими характеристиками.

Основные летно-технические характеристики базового самолета		
Количество пассажиров, чел.		19
Максимальная масса платной нагрузки, кг		2000
Двигатель:		
- тип	Williams FJ44-4-SE2 RevNC	AI-25 2E
- количество взлетная тяга, кН (кгс) (H=0, CA+15°C)	2×16,025 кН (2×1632,9кгс)	2×14,7 кН (2×1500, кгс)
Скорость, км/ч:		
- максимальная		680
- максимальной дальности		650
Крейсерская высота, км:		11
Практическая дальность, км:		
- с максимальной платной нагрузкой		1500
- с пассажирами		1500
- без груза и пассажиров		2500
ВПП (сухой бетон, H=0, CA), м		500
Состав экипажа:		
- командир ВС,		
- второй пилот - бортпроводник		

Ресурсы и сроки службы

Проектный ресурс.....	80000 часов
Проектный срок службы.....	30 лет

Технический уровень

Топливная эффективность	24,9 + 2% грамм топлива на 1 пасс. км
Весовая эффективность	284+2% кг пустого снаряженного самолета на 1 пассажира
Удельная трудоемкость технического обслуживания	2,5 чел.ч на 1 ч налета
Годовой налет	2800 - 3500 ч

Ожидаемые условия эксплуатации и эксплуатационные факторы

Барометрическое давление во всем диапазоне высот полета	по ГОСТ 4401-81
Температура наружного воздуха $t_{нв}$	по ГОСТ 4401-81
Отклонение $t_{нв}$ от среднего значения для различных высот по линиям	"Min – арктические" "Max – тропические"
Массовая плотность, барометрическое давление, вязкость воздуха	по ГОСТ 4401-81
Температура наружного воздуха у земли	-55 + + 45° C

Относительная влажность наружного воздуха у земли при $t_{нв}$ 35° С	≤ 98%
Направление и скорость ветра у земли:	
– встречная составляющая	≤ 25 м/с
– попутная составляющая	≤ 5 м/с
– боковая составляющая под углом 90° к ВПП:	
$f \geq 0,5$	≤ 15 м/с
$f \geq 0,3$	> 6 м/с

Самолет должен эксплуатироваться на аэродромах с бетонным покрытием и нежестким укрепленным покрытием (асфальтобетон, в связанном состоянии галька или гравий, укатанный грунт), подготовленных в соответствии НАС ГА (НАС ГА-86).

Высота расположения аэродрома:

- над уровнем моря до 3000 м
- ниже уровня моря до 300 м

Допустимые состояния ВПП (по НАС ГА-86):

- сухая;
- влажная;
- мокрая, с участками воды;
- залитая водой до 10 мм;
- покрытая слоем слякоти до 15 мм;
- заснеженная при $f \geq 0,3$.

Самолет должен обеспечивать полеты:

- по правилам визуального полета и полета по приборам;
- днем и ночью;
- в простых и сложных метеоусловиях;
- в условиях обледенения (при $t_{нв}$ не ниже минус 30° С);
- по внутренним и международным воздушным трассам и линиям;
- над равнинной, холмистой и горной местностью;
- над водными пространствами, безориентирной местностью и в диапазоне географических широт до 73° северной и 55° южной.

Эксплуатационные минимумы погоды:

- для взлета – дальность видимости на ВПП не менее 200 м;
- для посадки – II категория ICAO с возможностью доведения до III А категории ICAO, при условии состава и характеристик наземных средств обеспечения полета в соответствии с НПП ГА с учетом существующих и перспективных средств обеспечения навигации и коммуникации.

Основная часть

Проектирование самолета является многокритериальной задачей, решение которой лежит в области компромиссов. Поскольку число основных параметров, характеризующих самолет и подлежащих оптимизации, колеблется от 15 до 20 и невозможно достичь максимума одновременно для всех, то в процессе решения задачи выбирают несколько параметров (обычно от 2 до 5 – в зависимости от целевого назначения самолета), для которых и обеспечиваются максимально возможные значения.

В рамках системного подхода разрабатывают различные субмодели самолета, позволяющие более детально и полно учесть разнообразные факторы, влияющие на выбор проектно-конструкторских решений как по всему самолету в

целом, так и по отдельным его агрегатам, узлам, системам. Комбинации из решений (с оптимизацией по различным параметрам, характеризующим самолет) как для различных субмоделей в целом, так и для отдельных элементов, входящих в эти субмодели, позволяют представлять потенциальным заказчикам проекты самолетов различного назначения, созданные на основе базового проекта в кратчайшие сроки и с минимальными затратами.

Целесообразно рассмотрение нескольких вариантов проектных схем самолета, соответствующих различным областям его применения: для перевозки пассажиров, багажа, почты и грузов на внутренних и международных линиях Украины и других государств. При проектировании отечественного СМВЛ наиболее перспективным представляется вариант "универсального воздушного судна", позволяющего изготовителю развернуть производство различных типов самолетов с использованием единого планера и основных систем самолета, отработанных на базовом варианте (см. рис 1).

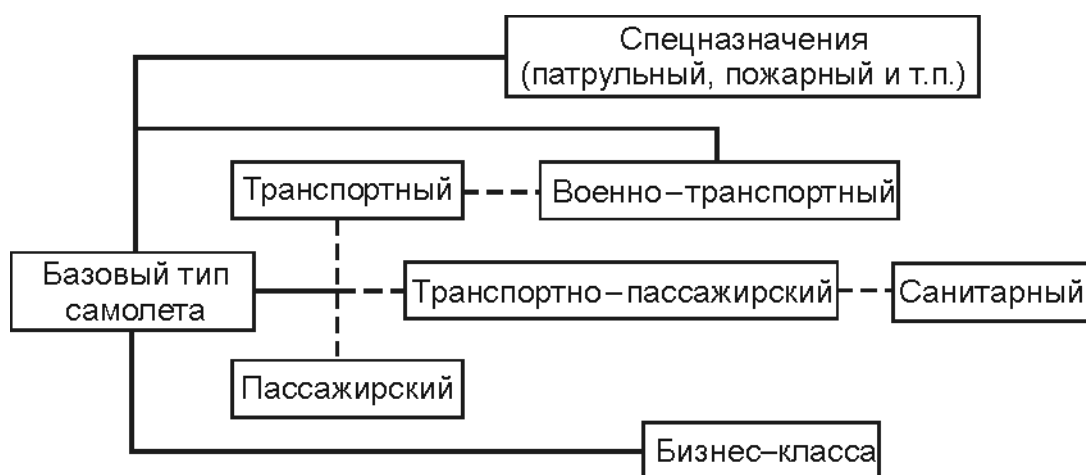


Рис. 1. Схема развития семейства самолетов X-174

При этом переоборудование "базового типа" в пассажирский, транспортный, транспортно-пассажирский, а возможно, и военно-транспортный (с возможностью десантирования людей и грузов) варианты должно было бы осуществляться силами самого эксплуатанта, с использованием заводских комплектов модернизации. По замыслу разработчиков, это должно существенно повысить конкурентоспособность самолета. Подобная "универсальность" несколько ухудшит ЛТХ самолета и увеличит его стоимость по сравнению с чисто пассажирской машиной. Но средний коэффициент загрузки, а следовательно, и эффективность всей транспортной системы, в которой используется универсальная, а не чисто пассажирская машина, будет выше. Особенно заметный эффект может дать использование универсальной машины на линиях с малым пассажиропотоком. А улучшенные взлетные и посадочные характеристики наряду с возможностью всепогодной эксплуатации и расширенным диапазоном возможностей по дальности и коммерческой нагрузке позволят авиакомпаниям открывать новые направления, оптимизируя маршрутную сеть и расписание.

Кроме учета интересов заказчика при разработке концепции "универсальной транспортной платформы" предполагалось, что серийное производство конкурентоспособных отечественных легких самолетов должно осваиваться, на свободных мощностях ведущих украинских авиапредприятий. Возможности их сбыта в Украине и странах СНГ ограничены единичными продажами из-за низкой покупательной способности авиапредприятий, отсутствия инфраструктуры, слож-

ностей обеспечения эксплуатации и т.п. Спрос на СМВЛ будет, по-видимому, полностью удовлетворяться за счет выпуска одного-двух десятков таких самолетов на свободных мощностях одного - максимум двух авиационных заводов. При этом предполагается, что расширение номенклатуры задач, решаемых СМВЛ, приведет к увеличению количества заказов на постройку.

Но в ходе переговоров с заказчиком при выработке технического задания, уточнении объема и сроков выполнения работ по разработке аванпроекта СМВЛ было решено в качестве "базового варианта" принять пассажирский самолёт местных воздушных линий с перспективой переоборудования его салона из экономического в бизнес-класс и с возможностью дальнейшей проработки на его базе транспортного и транспортно-пассажирских вариантов.

При проектировании ставится задача достижения максимальной скорости 680 км/ч, крейсерской высоты полета - 11 км, практической дальности – 1500 км. Для этого в качестве силовой установки принимают ТРДД для повышения по сравнению с аналогами крейсерской скорости и высоты полета, а также уровня комфорта пассажиров. Согласно авиационным правилам пассажирские самолеты, перевозящие более девяти человек, должны оснащаться минимум двумя двигателями. После анализа существующих ТРДД в качестве силовой установки были приняты два двигателя Williams FJ44-4-SE2 RevNC со взлетной тягой $2 \times 16,025$ кН ($2 \times 1632,9$ кгс) ($H=0$, $CA = 15$ °C). Двигатели Williams были выбраны как обладающие лучшими показателями по экономичности и массогабаритным характеристикам. Кроме того, фирма-изготовитель обладает развитой системой сервисных центров и предоставляет свои услуги на протяжении всего срока эксплуатации двигателей. В качестве альтернативы импортному двигателю может использоваться выпускаемый ОАО "Мотор Сич" АИ-25 серии 2Е взлетной тягой $2 \times 14,7$ кН (2×1500 , кгс) ($H=0$, МСА).

Согласно принятой конструктивно-компоновочной схеме самолет представляет собой высокоплан нормальной аэродинамической схемы с прямым крылом большого удлинения с развитой механизацией. Хвостовое оперение нормальной схемы, с размещением ГО на фюзеляже. Фюзеляж самолета является самостоятельным модулем с узлами крепления опор шасси, крыла, вертикального и горизонтального оперения. В фюзеляже находятся отсек радиолокатора, отсек БРЭО, герметичные кабина экипажа и пассажирский салон. Шасси трёхопорное, убираемое в полете, с носовым колесом, основные опоры двухстоечные (по типу Ан-74) с пневматиками низкого давления, которые позволяют эксплуатировать самолет на необорудованных аэродромах, в том числе на грунтовых, ледовых и заснеженных (колеса основных стоек - КТ254 с рабочим давлением 5,5 атм, носовой стойки - КН54 с рабочим давлением 5,5 атм).

Заданный уровень весового совершенства конструкции предполагается обеспечить путем широкого применения композиционных материалов (КМ). Вертикальное и горизонтальное оперение должны быть полностью выполнены из КМ, так же, как и носок, законцовки крыла и вся крыльевая механизация (предкрылок, закрылок, элероны, триммеры и сервокомпенсаторы). Рассматривается возможность выполнения из КМ носовой и хвостовой частей фюзеляжа. Центральную (салонную) часть фюзеляжа, кессон крыла и центроплана предполагается изготавливать из алюминиевых сплавов, чтобы сохранить технологическую преемственность и упростить подготовку к производству машины на отечественных авиапредприятиях. Благодаря значительному применению КМ и расширенному применению методов интегрированного проектирования с учетом усталости расчетная относительная масса конструкции получается на 15...20% ниже, чем у существующих аналогов,

при заданном проектном ресурсе планера в 80000 часов, что по замыслу разработчиков должно обеспечить проектный срок службы самолета в 30 лет, при годовом налете от 2800 до 3500 часов.

В результате анализа ТТХ двигателя был сделан вывод о том, что для обеспечения заданного уровня топливной эффективности (0,0245 кг/пасс. км) на крейсерском режиме полёта необходимо обеспечить крейсерское аэродинамическое качество самолета не ниже 18...19. С учетом требований ТЗ эксплуатации самолета с грунтовых и необорудованных аэродромов было принято решение о расположении крыла по схеме – высокоплан и размещении двигателей над крылом. По предварительным расчетам, для обеспечения заданной дистанции взлета необходимо достижение взлётно-посадочного качества 8-9 при $C_y = 2,4$. В результате предварительных расчетов и оптимизации геометрических параметров крыла с использованием САПР было принято решение о применении трапецевидного крыла большого удлинения с автоматическим многосекционным предкрылком и однощелевым двухсекционным закрылком с нагрузкой на крыло до 250 кг/м^2 . Оптимизация проводилась по аэродинамическому качеству на крейсерском режиме при условии обеспечения заданных взлетно-посадочных характеристик с учетом применения механизации. Варьируемыми параметрами были: относительная толщина профиля крыла, нагрузка на крыло, удлинение крыла и тип законцовки. Полученная расчетная величина аэродинамического качества для крейсерского режима - 19,4. Дальнейшие работы по улучшению аэродинамического совершенства самолета будут проводиться при более подробной проработке аэродинамической компоновки, подбором оптимальной аэродинамической и геометрической кривки крыла, а также в процессе уточнения взаимного влияния различных элементов конструкции самолета (взаимная увязка).

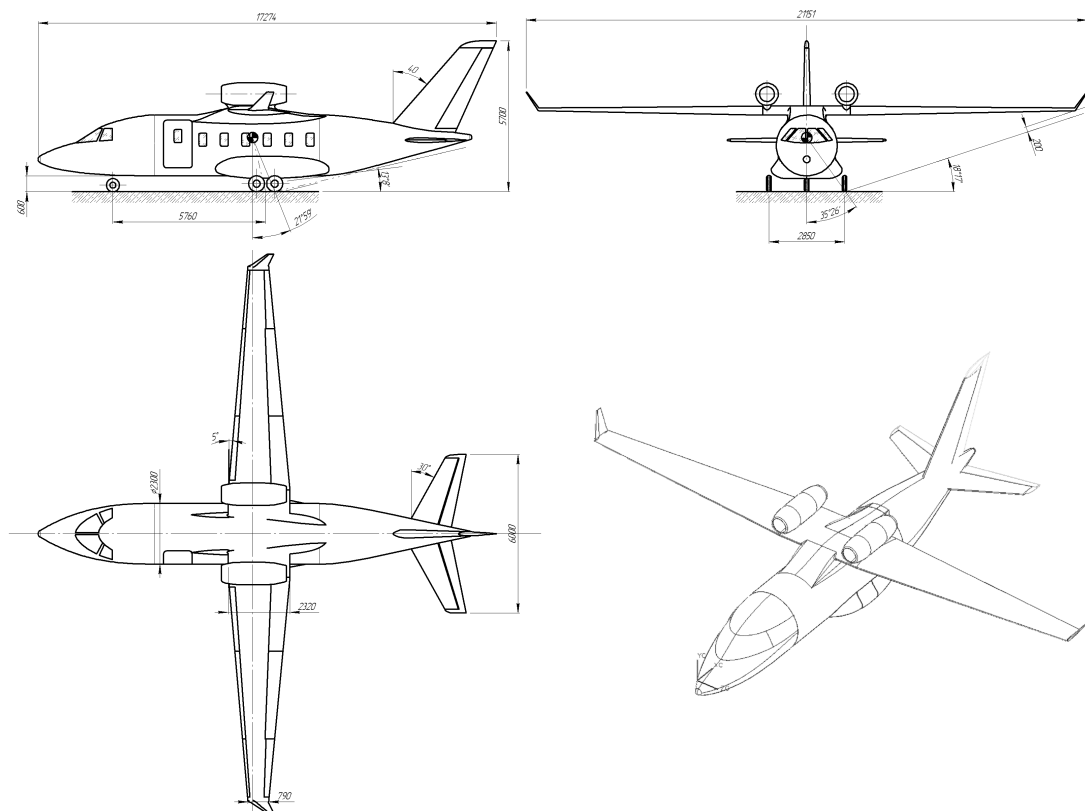


Рис. 2. Общий вид самолета X-174

В соответствии с полученными геометрическими параметрами был разработан чертеж общего вида самолета X-174 (рис. 2).

Для обеспечения графической визуализации процесса проектирования применяли систему Siemens NX6. Были созданы отдельные узлы и агрегаты самолёта, после чего проведена их взаимная увязка. В результате получили параметрическую мастер-геометрию проектируемого самолёта (рис. 3), на которую ассоциативно завязываются все конструктивные элементы, находящиеся внутри самолёта, в результате чего создаётся модель распределения пространства самолёта.

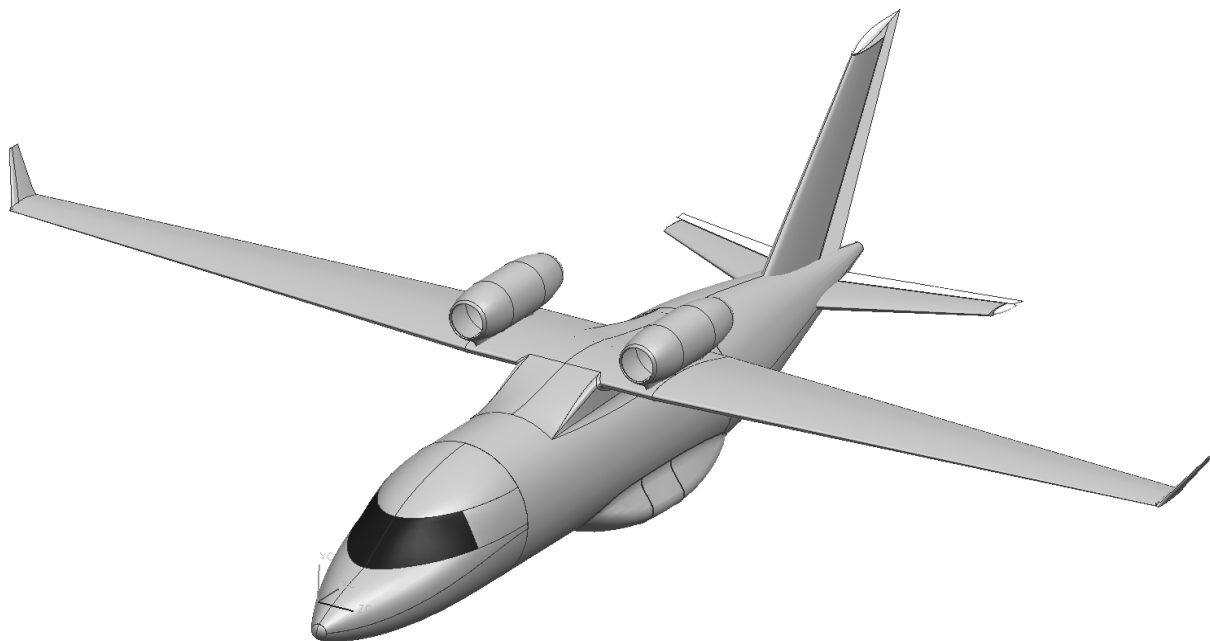


Рис. 3. Параметрическая модель мастер-геометрии самолета X-174

При разработке компоновки салона обеспечивался комфорт на уровне современных мировых стандартов для салонов эконом-класса с максимально возможным приближением по комфорту к бизнес-классу, с возможностью переоборудования и выпуска самолетов с салонами бизнес-класса и класса люкс. Стандартная компоновка пассажирской кабины рассчитана на 19 пассажиров, с размещением 18 пассажирских кресел по схеме 2+1 и плюс одно кресло отдельно. Кресла размещаются с шагом 790 мм, ширина кресла - 418 мм, ширина подлокотников - 53 мм, минимальная ширина прохода - 384 мм, максимальная - 508 мм, средняя высота прохода - 1820 мм. Размеры салона не позволяют установить полноценные багажные полки, но это компенсируется наличием багажного отсека суммарной площадью $1,5 \text{ м}^2$ и объемом $1,75 \text{ м}^3$, а также гардероба $1615 \times 500 \text{ мм}$ общим объемом $1,13 \text{ м}^3$.

Входная дверь $1800 \times 1070 \text{ мм}$ располагается на левом борту впереди салона, по правому борту находится служебная дверь $1651 \times 533 \text{ мм}$, которая в аварийной ситуации используется как аварийный выход типа II.

Схема компоновки салона показана на рис. 4

Кабина пилотов выполнена с учетом современных требований эргономики по размещению экипажа. Бортовое оборудование представляет собой пилотажно-

навигационный комплекс на цифровой основе с информационно-аналитическим обеспечением внедрения геоинформационных и GPS/ГЛОНАСС технологий.

Комплекс бортового электронного оборудования самолета состоит из системы ближней и дальней навигации, бортовой «авионики», интегрирующей в комплекс основные самолетные системы, систем радиосвязи, радиолокационной системы для обнаружения грозовых фронтов, турбулентности атмосферы и осуществления обзорных функций, системы развлечения пассажиров.

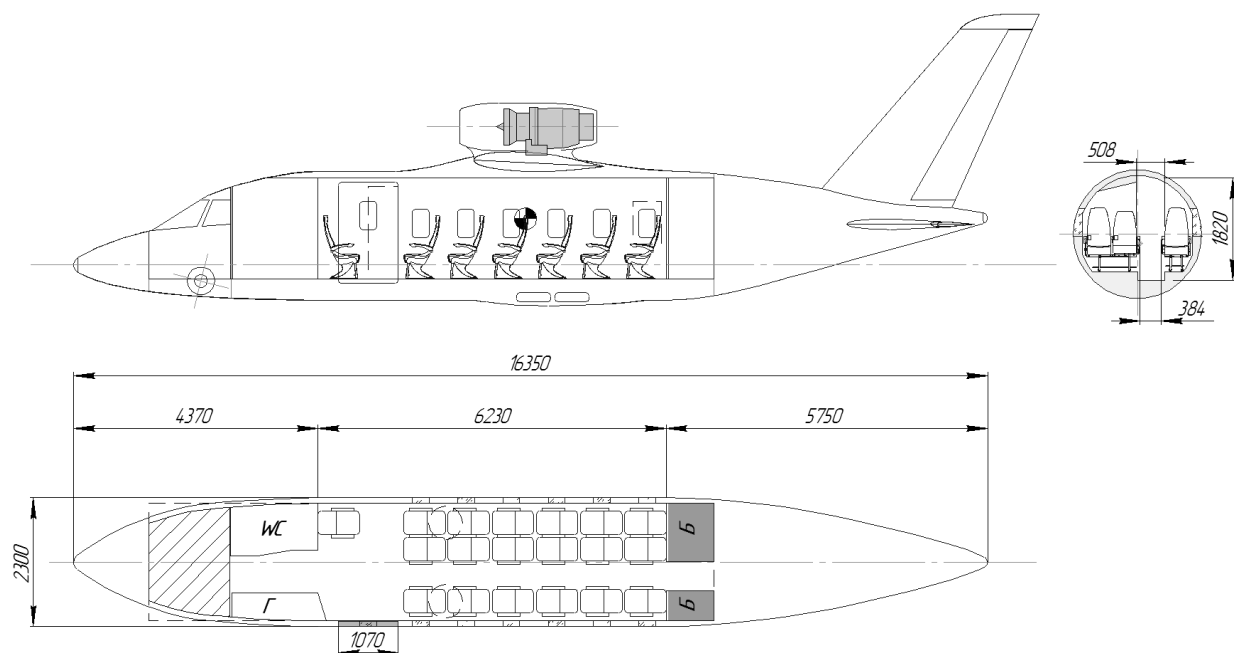


Рис. 4. Схема компоновки салона самолета X-174

Точностные характеристики пилотажно-навигационного комплекса отвечают международным требованиям (RNP, RVSM, BRNAV и PRNAV).

В состав бортового оборудования должно входить оборудование, обеспечивающее следующие условия эксплуатации:

- выполнение полета визуально и по приборам;
- обеспечение полета днем и ночью в простых и сложных метеоусловиях, в любое время года;
- обеспечение полетов в районе аэродрома, по трассам внутри государства и по международным воздушным трассам и линиям на 5-минутном интервале и с вертикальным эшелонированием 300 м, над безориентирной и малопересеченной земной поверхностью и акваториям при полете по трекам;
- посадка самолета должна быть обеспечена по IIIA категории ИКАО, высота принятия решения - 30м.
- по физико-географическим условиям полет должен выполняться над равнинной, холмистой и горной местностью, в диапазоне геодезических широт от 70° северной и 55° южной, ± 180° по долготе.

Бортовое оборудование должно состоять из таких основных элементов.

- LCR-93 – система определения курса и положения самолета (курсо-вертикаль);
- КИ-13 – совмещенный компас;

- АГБ-96 – авиагоризонт;
- ИК ВСП – информационный комплекс высотно-скоростных параметров;
- РСБН-85 – радиотехническая система ближней навигации;
- DME/p-85 – самолетный дальномер (2 комплекта);
- КУРС 93М;
- ВСС-100 – вычислительная система самолетовождения;
- САУ – система автоматического управления;
- БВУ – блок вычислительного устройства САУ;
- ТСАС – 2000 – система предупреждения от столкновения в воздухе;
- АРК-25 – автоматический радиокompас;
- СО-96 – самолетный ответчик дальности;
- P-855A – радиостанция связи.

Основным устройствами, на которых отображается пилотажная и навигационная информация, а также данные основных систем самолета и силовых установок, являются цветные жидкокристаллические дисплеи с активной матрицей (AMLCD) – основной полетный дисплей (индикатор) (PFD) и многофункциональный дисплей (MFD). В случае отказа какого-либо индикатора возможно перераспределение отображаемой информации между оставшимися индикаторами.

Комплекс снабжен многофункциональными пультами управления для эффективного взаимодействия пилотов и воздушного судна в целях обеспечения всех режимов полета и бесперебойного контроля аппаратуры в полете.

Практическая ценность

Проведенная работа позволяет обоснованно сформировать техническое задание на проектирование самолета и предлагает комплекс мер по реализации заданного уровня технических характеристик.

Создание и применение нового типа самолёта для перевозки пассажиров на местных авиалиниях стран СНГ позволят:

- повысить коэффициент загрузки по сравнению с воздушными судами большей пассажироместимости;
- повысить топливную эффективность и комфорт пассажиров при замене устаревшего парка самолётов местных авиалиний;
- провести модернизацию парка авиационной техники с меньшими затратами, чем при закупке западных аналогов;
- дополнить модельный ряд предприятий авиационной промышленности новым конкурентоспособным объектом производства.

Разработка и внедрение в процессе создания самолёта новых методов проектирования, материалов, технологий, а также отраслевых и государственных стандартов позволят поддержать конкурентоспособность и авторитет отечественного авиационно-космического комплекса.

Выводы

В данной статье концепция создания самолёта впервые представлена непосредственно в виде проектных решений, характерных для ранних этапов проектирования, в объеме, достаточном для перехода к формированию технического предложения и последующим этапам проектирования.

Впервые опубликована концепция создания пассажирского самолёта для местных авиалиний с малым пассажиропотоком. Сформулированы и обоснованы требования к характеристикам, оборудованию, соответствию самолёта международным нормам и правилам, позволяющие обеспечить проектирование, производство, эксплуатацию конкурентоспособного самолёта, превосходящего по основным характеристикам зарубежные и отечественные аналоги.

Предложенная структура концепции создания пассажирского самолёта местных воздушных линий соответствует требованиям современных стандартов проектирования и информационной поддержки жизненного цикла изделия. Концепция самолёта позволяет показать обоснованный переход от совокупности технических требований, стандартов и вспомогательной информации к описанию самолёта как объекта проектирования и формированию исходных данных для проектирования.

Применение интегрированных систем CAD/CAM/CAE/PLM позволяет значительно снизить трудоёмкость проектирования при изменении геометрических параметров самолёта, если это будет необходимо сделать в целях достижения заданных ТТХ.

Создание экономически эффективного в условиях малых пассажиропотоков самолёта местных воздушных линий, приспособленного к эксплуатации с неподготовленных площадок, позволит решить проблемы региональных перевозок в странах СНГ и обеспечит отечественные авиастроительные предприятия дополнительными заказами. Разработка и производство отечественного самолёта в современных условиях позволят не только создать технологический задел и развить инновационные направления промышленности, но и участвовать в международной кооперации, используя передовые зарубежные разработки: двигатели, бортовое оборудование, элементы самолетных систем.

Список литературы

1. Jane's All the World's Aircraft 2004-2005 / edited by Paul Jackson. -
2. Проектирование самолетов: учебник для вузов/ С.М. Егер, В.Ф. Мишин, Н.К. Лисейцев и др. - М.: Машиностроение, 1983. – 661с.
3. Торенбик Э. Проектирование дозвуковых самолетов: пер. с англ. /Э.Торенбик /пер. Е.П.Голубков. – М.: Машиностроение, 1983. - 148с.
4. Основы общего проектирования самолетов с газотурбинными двигателями: учеб. пособие. / П.В. Балабуев, С.А. Бычков, А.Г. Гребеников и др.– Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т» 2003. Ч.1. - 454 с.
5. Внешний рынок гражданской авиационной техники. <http://rea-centre.narod.ru/analis/aviatech-01.htm>

Рецензент: д-р техн. наук, проф. А.И. Рыженко, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков

Поступила в редакцию 28.05.10

Концепція створення пасажирського літака для місцевих повітряних ліній

На підставі аналізу ринку повітряних суден для місцевих авіаліній з малим пасажиропотоком розроблено концепцію створення сучасного пасажирського літака. Концепцію подано у вигляді проектних рішень, характерних для ранніх етапів проектування в обсязі, достатньому для переходу до формування технічної пропозиції й наступних етапів проектування. Сформульовано й обґрунтовано вимоги до характеристик, устаткування, відповідності літака міжнародним нормам і правилам, що дозволяють забезпечити проектування, виробництво й експлуатацію конкурентоздатного літака, що переважає за основними характеристиками рубіжні аналоги й доповнює модельний ряд вітчизняної авіаційної техніки.

Ключові слова: аванпроект, інтегроване проектування, параметризація, льотно-технічні характеристики, економічна ефективність, компоновання, аеродинамічна якість.

Concept of developing passenger aircraft for local airlines

On the basis of aircraft market analysis for local airlines having low passenger traffic the concept of creating new passenger aircraft has been developed. The concept is represented in the form of design solutions typical at early design stages to the extent sufficient for transition to formulating the technical proposal and further design stages. The requirements applied to characteristics, equipment, compliance with international regulations and standards has been formulated and substantiated, which allow to ensure designing, manufacturing and operation of competitive aircraft having advanced characteristics in comparison with foreign analogous aircraft and supplementing the domestic aircraft model variety.

Keywords: design concept, requirements specification, pilot project, integrated design process, parameterization, aircraft performance characteristics, cost efficiency, arrangement, lift-to-drag ratio.