

О КОНЦЕПЦИИ

Существует множество близких определений термина «концепция» см, например, Википедию. Формализованное определение концепции самолета предложено известным авиаконструктором О.С. Самойловичем в работе: *Егер С.М., Лисейцев Н.К., Самойлович О.С. Основы автоматизированного проектирования самолетов.* – М., Машиностроение, 1986.*

При вербальной форме, концепция – это нумерованное перечисление показателей технической эффективности объекта, направленных на обеспечение его экономичности. Номер показателя определяет его степень важности для экономичности самолета.

Например** , концепция – это, во-первых,, во-вторых,

Если нумерация показателей отсутствует, то подразумевается их равная важность для экономичности.***

При формализованной форме, концепция – руководящая идея объекта, выраженная ранжированными показателями его технической эффективности

концепция – это множество $\{(A_i, b_i)\}$,

где A_i и b_i – соответственно i -ый показатель (критерий) технической эффективности и его ранг (коэффициент важности).

Применяется и развернутый вид концепции объекта, включающий набор технических решений и способов применения, которые должны обеспечивать наиболее эффективную его эксплуатацию.

* См. также: *Арепьев А.Н.* Руководство к выполнению курсового проекта по дисциплине «Основы авиационной техники». – М.: МИИГА, 1981; *Арепьев А.Н.* Концептуальное проектирование магистральных пассажирских самолетов. Выбор схемы и параметров: Учебное пособие. – М.: НОЙВЭЛ, 1996.

** Пример – «Крылья Родины», 1995 г. № 10 (777) – Главный конструктор Ту-334 Игорь Колыгин об идеи самолета: Первое требование – это топливная экономичность. Второе – комфорт для пассажиров. Третье – современное оборудование.

*** Пример – вице-президент Корпорации «Иркут» Кирилл Будаев заявил в интервью газете Взгляд «Самолет МС-21 позволяет получать компании в год 4-5 млн долларов дополнительной прибыли. Это является основным преимуществом», объяснив, что выгода получается «За счет экономии топлива, аэродинамики, веса и ускоренного времени технического обслуживания и обслуживания в аэропорту».

ОСОБЕННОСТИ КОНЦЕПТУАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Первая особенность заключается в том, что концептуальное проектирование можно рассматривать, с одной стороны, как заключительную фазу процесса научных исследований и опытно-конструкторских работ, а с другой – как начало проектирования, т.е. начало производственного процесса создания самолета.

Вторая особенность вытекает из общей тенденции современного инженерного творчества во многих областях техники, в том числе авиационной. Тенденция состоит в существенном увеличении времени и внимания новым идеям и новым концепциям на уровне формирования облика самолета. Следовательно, концептуальное проектирование предполагает рассмотрение значительного количества вариантов проектных решений с большой степенью новизны в схемных и компоновочных вопросах. Область проектных параметров ограничена, главным образом, параметрами самолета и его общей схемой, которые обеспечивают выполнение Технического Задания. Объемно-весовая компоновка и основные параметры частей самолета исследуются в мере, достаточной для определения абсолютных размеров крыла и фюзеляжа, а также согласования взаимного положения частей самолета с приемлемыми значениями центровки. Глубина проработки каждого варианта проектного решения минимальная, но достаточная для получения содержательных результатов.

Таким образом, концептуальное проектирование сочетает широкую постановку задач с глубиной проработки на уровне идей и принципиальных схем. Концепция самолета приобретает полную, хотя и не окончательную определенность.

Третья особенность концептуального проектирования связана с существенным проявлением фактора неопределенности. Здесь под неопределенностью понимается наличие в перспективе случайных событий (политических, экономических, технических и др.), вероятность которых не может быть получена даже из специально поставленных исследований и экспериментов. Наличие такой неопределенности связано как с большим промежутком времени, проходящим от начала проектирования самолета до его серийной эксплуатации, так и с большим сроком службы самолета, измеряемым несколькими десятилетиями. За это время возможно существенное изменение условий применения и роли проектируемого самолета в мировом парке воздушных судов. В связи с фактором неопределенности значительная часть информации имеет качественный характер и не поддается количественной оценке. Особенно это относится к производственным, социальным и политическим факторам, влияющим на результаты проектирования. Кроме того, проектные решения часто принимаются в условиях, когда в принципе необходимую информацию получить можно, однако это связано с большими затратами времени или средств. Поэтому при концеп-

туальном проектировании применение расчетов тесно переплетается с использованием суждений экспертов: руководителя проекта, ученых и специалистов. В отношении применяемого математического аппарата следует заметить, что его простота и наглядность часто оказываются более важными обстоятельствами, чем предполагаемая точность результатов.

Отсюда следует, что основа методик концептуального проектирования – это простые математические методы и априорная информация, полученная от экспертов.

Четвертая особенность состоит в том, что при концептуальном проектировании конструктор самолета, как правило, вынужден быть и разработчиком различных (часто оригинальных) математических моделей объекта проектирования.

Фрагмент Курса лекций «Проектирование самолетов» проф. О.С. Самойловича

6.5. Понятие концептуального проектирования

Проектирование современных самолетов, как правило, является концептуальным, то-есть проектированием, направленным на достижение конкретной цели. Это обстоятельство значительно повышает степень ответственности решений, принимаемых на начальных стадиях разработки. Ошибки, допущенные при проектировании, оборачиваются огромными потерями в виде гибели людей и потерь материальных средств. Можно представить себе потенциальную стоимость одной проектной ошибки в самолетостроении или при создании ракетных и космических систем.

В прошлом основными требованиями при проектировании самолетов были его летно-технические характеристики (ЛТХ). Конструктор обычно имел перед собой однозначную проблему – достижение минимальной взлетной массы, необходимой для получения заданных ЛТХ. В настоящее время проектирование самолетов становится достаточно сложной проблемой удовлетворения многочисленным (зачастую противоречивым) требованиям, что не допускает никакого однозначного оптимального решения.

Концептуальное проектирование начинается с формирования концепции, под которой понимается деятельность, предшествующая принятию решения о технической разработке проекта и включающая в себя этапы анализа и оценки ситуации, прогноза ее развития, моделирования и оценки вариантов действия, в том числе всесторонние проработки по созданию отдельных систем будущего самолета, а так-

э поисковые работы, связанные с получением новых технических решений.

При формировании концепции определяются цель создания нового самолета, его эффективность, преимущества, степень технического риска, возможные сроки создания, затраты.

Тактико-технические требования к новому самолету содержат в себе список характеристик (показателей), среди которых можно выделить три основные группы:

– ОБЩИЙ КРИТЕРИЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ (целевая функция, показатель эффективности) – характеристика, непосредственно входящая в характеристики системы более высокого уровня;

– ЧАСТНЫЕ КРИТЕРИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ (критерии качества, показатели эффективности решения какой-либо частной задачи) – характеристики, непосредственно влияющие на общий критерий;

– ОГРАНИЧЕНИЯ – прочие показатели, приведенные в ТТТ (к ним могут относиться отдельные технические характеристики, параметры размерности и массы, эксплуатационные требования и т.д.).

Можно утверждать, что внедрение в практику работы НИИ и предприятий-разработчиков систем автоматизации проектирования должно оказать влияние (в виде обратной связи) на структуру ТТТ заказчика. В идеале эти ТТТ должны содержать только формализуемые требования (неформализуемые требования вносят неопределенность в принятие решений по проекту – в лучшем случае добротность этих решений соответствует уровню экспертных оценок, а иногда приводит к абсурду, рис. 6.2).

Можно утверждать также, что процесс проектирования современного самолета сводится к решению многокритериальной задачи с оптимизацией по векторному критерию эффективности, под которым будем понимать некоторый набор частных критериев эффективности – техни-

ческих характеристик проектируемого самолета. Каждая такая характеристика представляет собой отдельно взятое и определяемое тактическим назначением качество самолета, а весь набор – совокупность качеств, необходимых ему для решения задач, возникающих при его применении.

При концептуальном проектировании для определения конфигурации будущего самолета конструктор использует информацию о целевой функции, критериях качества, ограничениях и других технических характеристиках, содержащихся в ТТТ на разработку нового самолета; соотношение "эффективность – стоимость"; научные знания; опыт проектирования предыдущих конструкций; знания о технических возможностях производства.

Все эти данные необходимы конструктору для получения ответа на следующие вопросы: какие компромиссы могут быть допущены между многочисленными критериями качества и стоимостью; каким может быть облик самолета, наилучшим образом решающий поставленную задачу; каковы основные различия между выбранной и предыдущей конфигурациями (прототипами); в чем заключаются достоинства выбранной конфигурации; как можно в будущем модифицировать эту конфигурацию для достижения более высоких результатов; как наиболее эффективно решить поставленную задачу.

Степень важности этапа концептуального проектирования обуславливается главным образом тем обстоятельством, что решения, которые принимаются на этом этапе, влияют на ход всего цикла разработки самолета. Более того, решения, принятые на стадии концептуального проектирования, из-за наличия взаимных связей между функциональными системами могут весьма значительно сказываться на качестве всей проведенной работы по созданию самолета.

Далее приведен материал из книги Карла Вуда «Проектирование самолетов», который в шуточной форме отражает сложности взаимопонимания создателей самолета при «традиционном подходе».

ВМЕСТО ВВЕДЕНИЯ

Изучение конструкции самолета должно включать также рассмотрение тех условий, в которых создаются самолеты. Приводим ниже статью Р. Р. Осборна, сотрудника фирмы Стинсон Эйркрафт, опубликованную в журнале „Aviation“. Хотя эта статья является очень острым шаржем, она все же дает представление о работе конструкторов и условиях создания самолета в США. Правда, самолеты Стинсона обладают высокими летными качествами, поэтому едва ли их проектирование выполняется подобными методами.

УПРОЩЕННЫЕ МЕТОДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ САМОЛЕТА

Проектирование и производство самолетов многие представляют, как нечто таинственное, причем такое представление замечается не только у широкой публики, но и у лиц, имеющих отношение к авиапромышленности. Многие не имеют никакого представления, почему для одного типа самолета используется бипланная схема, в то время как для другого монопланная.

Считая, что нашим читателям это будет очень интересно, мы опросили некоторых опытных конструкторов, каким образом они создают новый самолет. Они охотно удовлетворили наше любопытство, и ниже мы приводим с их слов описание процесса создания обычного самолета — от чертежной доски до аэродрома.

Так как лучшие чертежники заняты изготовлением реклам для торгового отдела, то главный конструктор с неудовольствием узнает о том, что чертить будет неопытный человек, а расчеты и вычисления он должен делать сам.

Конструктор задается размахом 37,5 фута. Чертежник не разбирается в его почерке и делает чертеж самолета с площадью крыла 375 кв. футов.

Первоначально намечается моноплан. Но происходит смена районных инспекторов Департамента Торговли. Новый инспектор предпочитает бипланы, поэтому конструкция изменяется на биплан.

Президент акционерного общества сообщает, что в настоящее время основным показателем всех новых самолетов является скорость. Соответствующим образом изменяется конструкция.

Партнер главного инженера по игре в гольф является владельцем моторного завода. Это обстоятельство оказывает решающее влияние на выбор мотора. Конструктор возмущается. Главный

инженер начинает хуже играть в гольф, и партнер постоянно обыгрывает его. Тогда он предлагает конструктору взять лучший мотор другой фирмы. Конструктор снова озадачен: он не знает, что ему делать с новым мотором.

Президент акционерного общества предписывает всемерное снижение себестоимости и эксплуатационных затрат. Конструкция соответствующим образом изменяется.

Конструктор узнает, что самолетная фирма X проектирует самолет с крылом типа „чайка“. Он немедленно стирает все начерченное и начинает разрабатывать новое крыло типа „чайка“. В это время конструктор фирмы X стирает свои чертежи и начинает набрасывать крыло типа „бабочка“, так как он узнал, что фирма Y разрабатывает крыло этого типа.

Президент акционерного общества возвращается из поездки по стране и рассылает циркуляр, в котором пишет, что самым главным качеством самолета в данный момент является улучшение обзора пилота и для достижения этой цели надо жертвовать и дешевизной конструкции, и скоростью. Конструкция соответственно изменяется.

Цех делает ошибку и укорачивает фюзеляж на 1 фут. Так как перед этим цех покрыл одну из ошибок конструкторского бюро, то по принципу „рука руку моет“ конструктор написал длинный доклад главному инженеру, доказывая, что наблюдается тенденция к более коротким фюзеляжам, а поэтому следует укоротить фюзеляж на 1 фут. Главный инженер, не уловив смысла туманных вычислений конструктора, распоряжается укоротить нос фюзеляжа на 1 фут. Конструктор и начальник цеха обсуждают этот вопрос, решают укоротить нос фюзеляжа на 1 фут и считают вопрос исчерпанным.

Наконец, прибывает мотор. Оказывается, что фирма построила девятицилиндровый мотор вместо семицилиндрового, а подмоторная рама рассчитана на семицилиндровый мотор. После длительной безрезультатной переписки между обеими фирмами о том, что делать — заменить подмоторную раму или снять два цилиндра, — приходят к решению бросить монету („орел или решка“). Заменяется подмоторная рама.

После установки мотора оказывается, что карбюратор задевает за шасси. Мотор отсылают обратно на завод, чтобы переделать карбюратор. Когда мотор возвращают, обнаруживается, что новый карбюратор задевает за масляный бак. Мотор снова отправляют на завод для переделки на непосредственный впрыск.

Ни один из рабочих, занятых на обтекателях, не знает английского языка, поэтому инженер-конструктор на пальцах объясняет им, какого типа крыльевые зализы необходимо сделать. Думая, что он говорит о капотах мотора, они делают новый тип капота на мотор; инженер-конструктор разрабатывает соответствующий чертеж и посылает его главному инженеру с указанием, что его новый проект должен дать увеличение скорости на 4 мили в час.

Шасси было рассчитано на колеса большого диаметра. Кто-то изобрел колеса малого диаметра и продал их агенту снабжения фирмы. После постановки их оказалось, что зазор между винтом и землей слишком мал. Инженер-конструктор считает, что надо поставить трехлопастный винт, так как окружная скорость концов лопасти слишком велика.

Во время сборки самолета обнаруживается, что верхнее крыло упирается в потолочную балку цеха. После сравнения стоимости потолочного перекрытия цеха и одного набора стоек самолета высоту коробки биплана решено уменьшить на 6 дюймов.

После первого взвешивания обнаруживается, что ц. т. самолета сильно смещен. Для получения нужной центровки изготавливается новое верхнее крыло с резко выраженной стреловидностью в плане. Главный инженер пишет президенту фирмы, что связанная с этим задержка оправдывается улучшением обзора пилота.

При вытаскивании самолета из ворот ангара обламывают конец левого крыла размером в 1 фут. Другую сторону также укорачивают на 1 фут и оба конца аккуратно закругляют.

Самолет проходит скоростные испытания, причем максимальная скорость оказывается на 5 миль в час выше ожидаемой конструктором, но на 5 миль в час ниже той, которую он указал в предварительных технических условиях. Эта скорость на 10 миль в час больше той, которую ожидал получить инженер-расчетчик, и на 10 миль в час меньше той, которую он обещал президенту фирмы. Она на 15 миль в час больше ожидаемой управляющим торговым отделом и на 15 миль в час меньше указанной им в предварительной рекламе.

Именно эту скорость и ожидал получить президент фирмы, хорошо знающий свои предприятия.