

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

А.Д. Припадчев, А.А. Горбунов

ОЦЕНКА СТОИМОСТИ НАУЧНО- ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ В АВИАСТРОЕНИИ

Рекомендовано ученым советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по программам высшего образования по направлениям подготовки 24.04.04 Авиастроение

Оренбург
2016

УДК 378.147:62.7(075.8)
ББК 74.58я73+39.5я73
П76

Рецензент — заместитель генерального директора АО «ВПК «НПО машиностроения», начальник и главный конструктор филиала АО «ВПК «НПО машиностроения» – КБ «Орион», А.Д. Горбачев

П76 Оценка стоимости научно-исследовательских работ в авиастроении: учебное пособие / А.Д. Припадчев, А.А.Горбунов; Оренбургский гос. ун-т. - Оренбург : ОГУ, 2016. – 130 с.
ISBN 978-5-7410-1653-4

В учебном пособии рассмотрены теоретические основы, сущность, формы, признаки научных исследований. Организация и выполнение НИОКР и процедура оценки НИОКР-проекта.

Учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся по программе высшего образования по направлению подготовки 24.04.04 Авиастроение

УДК 378.147:62.7(075.8)
ББК 74.58я73+39.5я73

ISBN 978-5-7410-1653-4

© Припадчев А.Д.,
Горбунов А.А., 2016

Содержание

Введение	5
1 Понятие и особенности научно-исследовательской деятельности.....	8
1.1 Наука. Основные признаки и понятия науки. Сущность научных исследований и основные формы научных исследований.....	8
1.2 Основные системные признаки научного исследования.....	16
2 Виды и этапы научно-исследовательской работы	22
2.1 Виды научно-исследовательской работы	22
2.2 Этапы научно-исследовательской работы	30
3 Организация и выполнение научно–исследовательских и опытно–конструкторских работ.....	46
3.1 Организация научно–исследовательских и опытно–конструкторских работ.....	46
3.2 Порядок выполнения научно–исследовательских и опытно–конструкторских работ.....	49
3.3 Место информации в научно–исследовательских и опытно–конструкторских работах.....	50
3.4 Процедура оценки научно–исследовательских и опытно–конструкторских работ — проекта.....	53
4 Специфичность задач, стоящих перед разработчиками авиационной техники.....	59
4.1 Повышение эффективности авиационной техники за счет внедрения конструктивных и технологических усовершенствований.....	59
4.2 Повышение эффективности авиационной техники за счет внедрения новых материалов.....	61
4.3 Общие требования по технологичности к проектируемым конструкциям.....	64
4.4 Стоимость и продолжительность разработки воздушного судна.....	75
5 Стандартный метод определения эксплуатационных расходов на самолето-час для экономической оценки воздушных судов.....	84

5.1 Общие положения.....	84
5.2 Амортизация самолето–двигательного парка.....	85
5.3 Техобслуживание самолето–двигательного парка.....	94
5.4 Расходы на авиатопливо.....	97
5.5 Наземные расходы.....	98
5.6 Стоимость воздушных судов и авиадвигателей.....	101
5.6.1 Стоимость воздушных судов.....	101
5.6.2 Стоимость авиадвигателей.....	104
5.7 Оценка эффективности спроектированного воздушного судна.....	106
5.7.1 Аэродинамическая оценка спроектированного воздушного судна.....	106
5.7.2 Оценка компоновки и центровки воздушного судна.....	106
5.7.3 Оценка силовой схемы.....	107
5.7.4 Оценка производственной эффективности.....	108
5.7.5 Оценка эксплуатационной технологичности, эффективности, живучести и надежности воздушного судна.....	109
5.7.6 Оценка транспортной эффективности.....	110
5.7.7 Оценка целевой эффективности.....	110
5.7.8 Оценка фондоемкости.....	111
5.7.9 Оценка экономической эффективности.....	112
5.8 Оценочные критерии совершенства военных воздушных судов.....	115
5.9 Основные новшества и усовершенствования в конструкции перспективных истребителей.....	119
6 Оценка эффективности научно–исследовательских и опытно– конструкторских работ.....	122
6.1 Финансовые критерии оценки проекта.....	122
6.2 Оценка научно–технической результативности научно– исследовательских и опытно–конструкторских работ.....	125
Список использованных источников.....	129

Введение

Специфика географического и климатического положения России, низкая плотность наземной транспортной сети на значительной протяженности не только Северных, Дальневосточных и Сибирских районов, но и центра России, обуславливают необходимость широкого использования авиационного транспорта.

До 70 % территории России не обеспечено достаточно развитой системой наземного и водного транспорта и сегодня примерно 50 % пассажирских и грузовых перевозок в этих районах осуществляется авиационным транспортом. При улучшении экономического положения страны этот показатель еще может возрасти. Объем перевозок (в пассажиро–километрах) авиационным транспортом составляет до 40 % общего объема транспортных перевозок.

Достижения России, где сосредоточено более 80 % научного, технического, производственного потенциала бывшего Министерства авиационной промышленности СССР, в создании авиационной техники общепризнаны. На счету Российской авиации за период с 1936 до 1995 гг. зарегистрировано 2592 мировых рекорда. На протяжении всей истории развития авиации, Россия (СССР) была в числе ведущих авиационных держав, что дает ей возможность в настоящее время интегрироваться в мировое сообщество государств с высокоразвитыми технологиями, сохранить позиции в мировом авиастроении.

Авиастроительная отрасль является самой высокотехнологичной и системообразующей, в ее состав входит самолетостроение, вертолетостроение и двигателестроение. Авиационная отрасль является специфическим сектором экономики и обладает, вне зависимости от региональной или национальной принадлежности, некими общими особенностями, которые присущи как самой отрасли, так и ее продукции. Специфика авиационной отрасли проявляется в следующем:

1. Высокая наукоёмкость продукции.

2. Высокая капиталоемкость продукции.
3. Сложность продукции.
4. Длительный жизненный цикл продукции.
5. Высокая длительность производственного цикла.
6. Высокая длительность производственного цикла.
7. Высокий уровень специализации отраслевых сегментов.
8. Сложная структура отрасли.

Авиационная техника является локомотивом научно–технического прогресса и воплощением передовых достижений науки и производства. Она во многом определяет развитие смежных отраслей: электроники, средств связи, радиопромышленности, электротехники, химии и др.

Среди гражданских авиастроительных компаний наибольшие расходы на научно–исследовательские и опытно–конструкторские работы (НИОКР) выделяют Boeing и Airbus. Эти две компании обеспечивают примерно одну пятую от расходов на НИОКР в авиационной промышленности. Направленность этих расходов преимущественно гражданская. Совокупно компаниями Airbus, Boeing, Bombardier и Embraer в 2013 году на программы исследований и разработок в гражданском авиастроении было потрачено 6,3 млрд. у.е. Объем и структура российского финансирования НИОКР в авиастроении значительно меньше. Совокупный объем бюджетного и внебюджетного финансирования на военные и гражданские НИОКР в области авиастроения на уровне от 42 до 45 млрд. р. При этом основной источник финансирования — государственный бюджет. Объем бюджетного финансирования по федеральным целевым программам (ФЦП) развития гражданской авиатехники превысил в 2010 г. 20 млрд. р.

Требования по технологичности и экономичности авиационных конструкций предъявляются, в основном, исходя из специфических особенностей этого вида транспорта и высокой удельной стоимости килограмма массы конструкции. Так, стоимость одного килограмма массы магистрального воздушного судна (ВС) типа Ту-204 составляет 1050 у.е.,

бытовой электроники — 100 у.е., автомобиля — 20 у.е. Эти показатели интеллектуальной стоимости продукта вытекают из следующих особенностей создания авиационной техники:

- большая длительность (от 7 до 12 лет) разработки и реализации проектов, аэродинамические исследования летательных аппаратов (ЛА), проведение сотен тысяч циклов усталостных и прочностных испытаний для обеспечения высокой надежности и безопасности ВС в эксплуатации. Это означает, что сегодняшние вертолеты и ВС (Ка-50 «Черная акула», МиГ-31М, СУ-30, Ту-334, и др.) разработаны учеными и конструкторами во времена Советского Союза;

- длительная отработка и доводка двигателей, они должны создаваться от 5 до 6 лет раньше, чем ВС, на который их поставят;

- постоянное ужесточение норм по уровню воздействия ЛА на окружающую среду;

- необходимость обеспечения высокого уровня надежности гражданской авиационной техники с учетом постоянно возрастающих требований по безопасности полетов;

- повышение технико-экономических и летно-технических характеристик ВС, вертолетов, и эффективности всей системы авиационных операций;

- снижение стоимости эксплуатации.

Все эти требования учитываются при разработке и производстве ВС как гражданского, так и военного назначения, наравне с требованиями повышения их летно-технических характеристик.

1 Понятие и особенности научно–исследовательской деятельности

1.1 Наука. Основные признаки и понятия науки. Сущность научных исследований и основные формы научных исследований

Специалисты должны понимать методiku и организацию научно–исследовательской деятельности в процессе научных исследованиях, четко выделять основные научные понятия.

Наука — область человеческой деятельности, сконцентрированная на производство новых познаний об окружающем мире и мышлении.

Как специфическая область человеческой деятельности она предполагает результат социального распределения работ, отделение умственного труда от физического, видоизменение познавательной деятельности в особую сферу занятий определенной группы людей. Необходимость академического подхода к абсолютно всем видам человеческой деятельности заставляет науку совершенствоваться более быстрыми темпами, чем любую другую сферу деятельности.

Понятие «наука» содержит в себе как деятельность, направленную на получение нового познания, так и конечный итог данной деятельности — необходимую сумму добытых академических познаний, служащих основой научного осознания мира. Еще науку рассматривают как одну из форм человеческого сознания. Термин «наука» используется для названия отдельных сфер научного познания.

Закономерности функционирования и становления науки, структуры и динамики научного познания и научной работы, взаимодействие науки с иными общественными институтами и сферами материальной и духовной жизни сообщества исследует специальная дисциплина — *науковедение*.

Одной из задач решаемых данной дисциплиной является разработка классификации наук, которая устанавливает роль каждой науки в общей

системе научных познаний, взаимосвязь всех наук. Разделяют науки на три основных направления: науки о природе, обществе и мышлении.

Проверенный практикой результат познания реальности, соответствующий ее отражению в сознании человека, идеальное воспроизведение условной формы обобщенных представлений о взаимосвязях объективной реальности, называется *знание*.

Процесс движения человеческой мысли от незнания к знанию называют *познанием*, в основе которого лежит отражение и воспроизведение в сознании человека объективной действительности.

Научное познание — исследования, которым характерны свои особые цели и задачи, методы получения и проверки новых знаний. Оно достигает сущности явлений, выявляет законы их существования и становления, тем самым указывая практические возможности, пути и методы воздействия на эти явления и изменения в согласно с их объективной природой. Научное познание призвано озарять путь практике, давать теоретические базы для решения практических проблем.

Практика считается основой и двигающей мощью знания, она дает науке фактический материал, который требует теоретического осмысления. Теоретические знания делают надежную базу осознания сути явлений объективной действительности.

Учение об общих законах природы, общества и познания заключается в противоречии между всеобъемлемостью наших знаний и бесконечной сложностью объективной действительности. Познание — взаимодействие субъекта и объекта, итогом которого считается *новое* знание о мире. Процесс постижения имеет двухконтурную структуру: эмпирические и теоретические знания, которые есть в близком содействии и взаимообусловленности.

Познание сводится к ответам на несколько вопросов:

- Что? Сколько? Чему? Которое? Как? — на эти вопросы может дать ответ *наука*;

- *Как* сделать? — на этот вопрос дает ответ *методика*;

- Что сделать? — сфера *практики*.

Ответы на вопросы характеризуют конкретные *цели* науки — описание, разъяснения и предвиденье действий и явлений объективной действительности, которые оформляют предмет ее исследования на базе законов, которые она раскрывает, т.е. в широком значении — теоретическое воспроизведение действительности.

Подлинные знания существуют как *концепция основ, закономерностей, законов, главных понятий, научных прецедентов, теоретических положений и выводов*. Поэтому подлинное научное знание объективное. Совместно с этим научное знание может быть относительным или абсолютной.

Относительное знание — знания, которое, будучи адекватным отображением реальности, выделяется конкретной неполнотой совпадения вида с объектом.

Абсолютное знание — абсолютное, подробное воссоздание общих взглядов об объекте, который гарантирует полное совпадение вида с объектом. Постоянное становление практики делает неосуществимым изменение знания в абсолютное, позволяет отличить объективно истинные знания от ошибочных взглядов.

Наука, как специфическая деятельность ориентирована на получение новых теоретических и прикладных познаний о закономерностях становления природы, общества и мышления, характеризуется ключевыми признаками:

- присутствием систематизированного знания (научных идей теорий, концепций, законов, закономерностей, принципов, гипотез, главных определений, фактов);

- присутствием научной проблемы, объекта и предмета изучения;

- практической важностью как явления (процесса), что исследуется, так и знаний о нем.

Рассмотрим основные понятия науки.

Научная идея — интуитивное разъяснение действия (процесса) в отсутствии промежуточной аргументации, понимания всей совокупности

связей, на базе которых делается вывод. Она основывается на имеющихся познаниях, хотя показывает ранее не подмеченные закономерности. Наука учитывает два типа мыслей: конструктивные и деструктивные, то есть те, что собственно имеют либо не имеют важности для науки и практики. Свою специфическую материализацию мысль находит в гипотезе.

Гипотеза — научное мнение, выдвинутое для разъяснения различных явлений (процессов) или причин, которые определяют данное следствие. Научная доктрина содержит в себе догадку как начальный эпизод поиска истины, которая помогает значительно сберечь время и силы, целеустремленно собрать и сгруппировать факты. Выделяют нулевую, описательную, объяснительную, основную рабочую и концептуальную гипотезы. Если научное предположение согласовано с научными фактами, в таком случае в науке его называют теорией или законом.

Гипотезы (как и идеи) имеют вероятностный характер и проходят в своем развитии три стадии:

- накопление фактического материала и выдвижение на его основе предположений;
- формулировка гипотезы и обоснование на основе предположения приемлемой теории;
- проверка полученных результатов на практике и на ее основе уточнение гипотезы.

Если при проверке итог отвечает действительности, то догадка преобразуется в научную теорию. Гипотеза выдвигается с надеждой на то, что она, если не полностью, то хотя бы отчасти, будет надежным познанием.

Закон — внутренне значимая взаимосвязь явлений, что определяет их закономерное развитие. Закон, придуманный через гипотезу, необходимо логически обосновать, только в такой ситуации он признается наукой. С целью доведения закона наука применяет суждение.

Суждение — идея, в которой с помощью взаимосвязи понятий утверждается или отрицается что-нибудь. Суждение о предмете или явлении

можно обрести либо через конкретное наблюдение любого факта, или опосредствованно - с помощью умозаключения.

Умозаключение — интеллектуальная операция, при помощи которой из явного числа данных суждений выводится иное суждение, которое специфическим образом связано с начальным.

Наука — совокупность теорий. *Теория* — учение, система идей, представлений, положений, утверждений, нацеленных на толкование того или иного действия. Это не непосредственное, а идеализированное отображение реальности. Совокупность обобщающих положений составляет теорию. Они образуют науку или ее раздел. Она выступает как форма искусственного познания, в границах которого отдельные понятия, гипотезы и законы теряют самостоятельность и преобразуются в составляющие целостной системы.

К новой теории выдвигаются такие требования:

- адекватность научной теории описываемому объекту;
- возможность заменять экспериментальные изыскания теоретическими;
- полнота описания определенного явления действительности;
- возможность объяснения взаимосвязей между различными составляющими в пределах данной теории;
- внутренняя непротиворечивость теории и соответствие его исследовательским данным.

Теория представляет собой систему научных концепций, принципов, утверждений, фактов.

Научная концепция — система представлений, теоретических положений, главных идей относительно объекта изучения, которые объединены определенной основной мыслью.

Концептуальность — определения содержания, сущности, значения того, о чем идет речь.

Под принципом в научной теории понимают наиболее абстрактное определение научной мысли. *Принцип* — правило, которое появилось в результате объективно осмысленного навыка.

Понятие — идея, отраженная в обобщенной форме. Оно отражает значительные и нужные черты предметов и явлений, а кроме того и связей. В случае если представление вступило в общенаучный обращение, его обозначают одним словом или используют совокупность слов – терминов. Раскрытие содержания понятия называют его определением. Последнее может отвечать двум важным условиям:

- указывать на ближайшее родовое понятие;
- указывать на то, чем данное понятие отличается от других понятий.

Понятие, как правило, заканчивает процесс научного изучения, фиксирует результаты, полученные научным работником лично в собственном изыскании. Совокупность главных понятий именуют *понятийным аппаратом* той или иной науки.

Научный факт — событие или действие, которое является основой для вывода или подтверждения. Он является компонентом, который в совокупности с другими формирует базу научного знания, отображает конкретные характеристики явлений и процессов. На база научных фактов определяются закономерности явлений, строятся теории и выводятся законы.

Движение мысли от незнания к знанию руководствуется методологией. *Методология* научного постижения — учение о принципах, форме и методах научно–исследовательской работы. *Исследовательский* прием — прием использования старого знания для получения нового знания. Он есть средством получения научных фактов.

Научная деятельность — умственная созидательная работа, нацеленная на получение и внедрение новых знаний. Она существует в разных видах:

- научно–исследовательская работа;
- научно–организационная работа;
- научно–информационная работа;
- научно–педагогическая работа;
- научно–вспомогательная работа и др.

Каждый из указанных видов научной работы имеет свои специфические

функции, задачи, результаты деятельности.

В границах научно–исследовательской работы исполняются научные исследования. *Научное исследование* — направленное изучение, итоги которого выступают как система понятий, законов и теорий.

Различают две формы научных исследований:

- фундаментальные;
- прикладные.

Фундаментальные научные исследования — научная теоретическая и (или) опытная работа, нацеленная на приобретение новых знаний о закономерностях становления и взаимосвязи природы, общества, человека.

Прикладные научные исследования — научная и научно–техническая деятельность, нацеленная на получение и внедрение полученных знаний для практических целей.

Научные исследования осуществляются с целью извлечения научного результата.

Научный результат — новое понимание, добытое в процессе базовых или опытных научных исследований и зафиксированное на носителях научной информации в форме научного отчета, научной работы, научного доклада, научного сообщения о научно–исследовательской работе, монографического исследования, научного открытия и т.п..

Научно–прикладной результат — новое конструктивное или научно–техническое решение, экспериментальный образец, законченное испытание, которое введено или может быть введено в общественную практику. Отчетной формой научно–прикладного результата могут выступать: отчет, эскизный проект, конструкторская или технологическая документация на научно–техническую продукцию, натурный образец и т.п..

К основным результатам научных исследований относятся:

- научные рефераты;
- научные доклады на конференциях, совещаниях, семинарах, симпозиумах;

- курсовые (дипломные, магистерские) работы;
- отчеты о научно–исследовательской (опытно–конструкторской; опытно–технологической) работе;
- научные переводы;
- диссертации (кандидатские или докторские);
- авторефераты диссертаций;
- депонированные рукописи;
- монографии;
- научные статьи;
- аналитические обзоры;
- авторские свидетельства, патенты;
- алгоритмы и программы;
- отчеты о научных конференциях;
- препринты;
- учебники, учебные пособия;
- библиографические указатели и др.

Субъектами научной деятельности выступают: ученые, научные работники, научно–педагогические работники, а также научные учреждения, научные организации, высшие учебные заведения III–IV степеней аккредитации, общественные организации в сфере научной и научно–технической работы.

Научно–исследовательской работой занимается значительный круг людей. Тех, кто делает это постоянно, называют исследователями, научными работниками (научными работниками), учеными.

Исследователем называют человека, который осуществляет научные исследования. *Научный работник* — это тот, кто имеет отношение к науке, вырабатывает новые знания, является специалистом в определенной области науки. *Ученый* — физическое лицо, которое проводит фундаментальные и (или) прикладные научные исследования с целью получения научных и (или) научно–технических результатов. *Научный работник* — ученый, который по

основному месту работы и соответственно трудовому договору (контракту) профессионально занимается научной, научно–технической или научно–педагогической деятельностью и имеет соответствующую квалификацию, подтвержденную результатами аттестации.

Люди науки имеют соответствующую специальность и квалификацию, работают как своими силами, так и объединяясь в научные коллективы (постоянные или временные), создают научные школы.

1.2 Основные системные признаки научного исследования

В формировании современного общества значимую роль играет научная информация, приобретенная в результате научных достижений. Ее получение, распространение и внедрение имеют значение для становления науки.

Научная информация распространяется во времени и пространстве установленными каналами, средствами, методами. Особенную роль в этой системе играет научная коммуникация. *Научная коммуникация* (НК) — обмен научными данными (идеями, знаниями, сообщениями) между учеными и экспертами. Современные авторы теории коммуникации К. Шеннон и У. Вивер дают такое определение коммуникации: «Это все действия, если один ум влияет на другого».

В ходе НК выделяют пять главных элементов:

а) *коммуникант* — отправитель известия (лицо, которое генерирует мысль либо собирает, обрабатывает научную информацию и передает ее);

б) *коммуникат* — известие (фиксированная или нефиксированная научная информация, закодированная специфическим образом при помощи символов, знаков, кодов);

в) *канал* — способ передачи научной информации;

г) *реципиент* — получатель известия (лицо, которому предназначена информация и которое специфическим образом интерпретирует ее, реагирует на нее);

д) *обратная связь* — ответ реципиента на полученное научное известие.

Научная коммуникация наступает с *коммуниканта*, который генерирует научную мысль либо концепцию. Это могут быть как отдельные ученые, так и коллективы авторов, такие как исследовательские группы, научные школы, учреждения, институты, регионы или страны. Научный статус коммуниканта и уровень его воздействия на НК определяется в зависимости от научного статуса учреждения, наличия научной степени, ученого звания, количества публикаций, стажа научной работы. Важную роль в коммуникации играют выдающиеся ученые.

Сформулировав научную мысль, автор непосредственно делится ею с коллегами, научным руководителем, которые помогают установить дальнейшее направление ее формирования. Потом информация распространяется среди широкого круга специалистов в форме научного доклада (сообщения) на конференциях, симпозиумах, оформляется в виде научного отчета, препринта или статьи (в письменном или электронном виде).

Переданная научная информация в документированной и (или) недокументированной формах является *коммуникатом*. Научные известия наиболее часто передаются с помощью языка, изображений, действий. Изображения используют как дополнение к языковым коммуникациям (графики, плакаты). Действия подтверждают словесные выводы научного работника.

Чаще всего информация передается с помощью языка — естественного (язык человеческого общения) или искусственного (язык машинного программирования). Коммуникант шифрует сведения с помощью знаков, символов кодов, а *реципиент* раскодирует (расшифровывает, переводит) сведения. Научная коммуникация происходит лишь при условии, что язык научного сообщения понятен реципиенту. Часто исследователи не могут использовать иноязычную публикацию, не владея соответствующим языком. Читательская аудитория бывает довольно ограниченной, если работы излагаются недостаточно распространенным языком. В этом случае могут

помочь переводы.

Между коммуникантом и реципиентом устанавливается *канал коммуникации*, без которого невозможна связь (способ обмена, передачи сведений), это встречи, конференции, радио, телевидение, Интернет, издательство, редакция журнала, библиотека и прочие каналы, которые обеспечивают возможность непосредственной или опосредованной научной коммуникации.

Научная коммуникация действует продуктивно при условии существования противоположной связи — реакции реципиента на полученное известие. Интерес к сообщению находится во взаимосвязи со множеством факторов: имеют значение содержание проблемы, научной мысли, доступность информации, место, время издания, тираж журнала (монографии), язык, уровень и стиль публикации. Проявлениями обратной связи реципиента могут быть цитирование, ссылка, отклик, рецензия, написание обзора, реферата, статьи, включение идей автора в соответствующую дисциплину как базовое знание и др.

Одним из главных характеристик ценности научного результата является *индекс цитирования*, который описывает число ссылок на какую-нибудь статью, автора, журнал, учреждение, страну. Чем выше этот показатель, тем авторитетнейшим считается автор, тем выше его научный рейтинг. Ссылки говорят об уровне распространения мысли, ее научном и практическом значении, уровне человеческих знаний, настоящем воплощении научной коммуникации.

Существует несколько классифицирующих признаков научной коммуникации, согласно которым она подразделяется на:

- *прямую* — непосредственное общение профессионалов, занимающихся в научно-исследовательском процессе);
- *опосредованную* — коммуникация между учеными через их научные публикации;
- *вертикальную* — между научным руководителем и диссертантом;

- *горизонтальную* — связывает соискателя с представителями научной школы) и др.

Наиболее распространенным является деление научных коммуникаций на: формальные; неформальные; документальные; недокументальные, между которыми установлена тесная взаимосвязь.

Формальная НК — обмен научными данными посредством специально созданных структур для генерации, обработка и распространение научного знания — издательства, редакции газет и журналов, научно-исследовательские учреждения, высшие учебные заведения, радио, телевидение, библиотеки, информационные центры, музеи, архивы и т.п. Публикация статьи в журнале или научной монографии часто рассматривают как формальную коммуникацию. Прямое цитирование одного автора другим свидетельствует о создании формального канала коммуникации между ними — от цитированного автора к тому, кто цитирует. Если два исследователя цитируют третьего, то создается формальная коммуникация между первым и третьим автором путем цитирования. Результативность формальной НК обуславливается числом и качеством размещенных научных итогов.

Неформальная НК — коммуникация, которая устанавливается между коммуникантом (отправителем) и реципиентом (получателем) путем личных контактов, встреч, бесед, телефонных разговоров, переписки и т.п. Положительным аспектом такой коммуникации является экономия времени, обеспечение глубокого взаимопонимания. Результативность неформальных НК обуславливается через самоотчеты, опрашивание, наблюдение. Отдельные неформальные обмены научной информацией становятся очевидными, если научные работники в соавторстве публикуют итоги своего исследования.

Документальная НК — коммуникация, опосредствованная научным документом, построенная на обмене документированной информацией (идеями, сообщениями, знаниями). *Научный документ* — публикация итогов теоретических или экспериментальных исследований, а также подготовка научными работниками к публикации исторических документов и

литературных текстов. Он содержит зафиксированную на материальном носителе научную информацию для передачи ее в пространстве и времени.

В системе НК научный документ приобретает положение коммуниката. Он может быть представлен в виде размещенных тезисов, текста научного доклада, статьи, описания изобретения, монографии, отчета про НИР, диссертации, автореферата диссертации, аналитического обзора, реферата и т.п. Научная информация может передаваться в форме книги, брошюры, журнала, дискеты и др. Достоинства таких коммуникаций: хорошее сохранение научной информации; возможность изучения, многократного перечитывания данных; основательность подготовки; возможность доведения до многих реципиентов; возможность установления права интеллектуальной собственности.

Недостатки документальных НК: сложность возобновления, объемность информации.

Недокументальная (устная) НК — предоставление научной информации в неоформленном физическом носителе информации — телефонные разговоры, публичные представления, совещания, конференции, симпозиумы, непосредственное общение, беседы и т.п. Достоинством устных коммуникаций считается экономия времени, возможность большего согласия между научными работниками.

В современных условиях развития компьютерных и телекоммуникационных каналов возможности открытого дистанционного обмена научными мыслями расширяются. Автор имеет возможность сам создать оригинальную рукопись в электронной форме, через глобальную сеть передать ее непосредственно в редакцию журнала и сразу же опубликовать. Сетевые каналы оказывают помощь своевременному формальному и неформальному обмену информацией между учеными. Некоторые электронные информационные базы кроме статей (рефератов) содержат также адреса авторов. Это позволяет обратиться конкретно к автору и установить с ним контакт. Электронный журнал считается местом интегрированной НК, в

которой авторы, редакторы и издатели действуют в некой системе. Научный сотрудник обязан знать достоинства и недостатки любой формы научной коммуникации, уметь найти рациональные пути ее применения и избегать возможных проблем.

2 Виды и этапы научно–исследовательской работы

2.1 Виды научно–исследовательской работы

Выделяют широкий спектр научно-исследовательских работ, такие как рефераты, доклады, контрольные работы, курсовые, итоговые, выпускные квалификационные работы, методические разработки. Тематика и содержание их должна быть актуальной и отвечающим современным требованиям науки.

Подготовка работ требует изучения и анализа необходимой специальной литературы, а так же имеющегося в этой области практического опыта. Научно-исследовательская работа должна соответствовать четко определенным требованиям по содержанию и оформлению. Выделяют семь этапов в процессе написания работы:

1. Выбор темы.
2. Составление плана.
3. Анализ имеющейся литературы по проблемной теме.
4. Осмысление собранного материала.
5. Анализ и обобщение полученных результатов.
6. Текстовое оформление работы.
7. Публичное выступление с результатами исследования и защита работы.

Рассмотрим основные виды научно-исследовательских работ.

Одной из сложных форм устного выступления является доклад. *Доклад* — развернутое изложение какой-либо темы, содействует формированию способностей исследовательской работы, расширяет познавательные интересы, приучает критически мыслить. Составляющими элементами доклада являются основной тезис и основное положение, их надо раскрыть, доказать, аргументировать.

Описание научно-исследовательской работы и достигнутых результатов осуществляется в форме *научно-методической разработки*.

Опытно–экспериментальная разработка — форма описания результатов

опытно-экспериментальной работы.

Содержание научного труда, сокращенно изложенное в форме публичного доклада или в письменном виде, раскрывающая суть исследуемой проблемы называется *реферат*. Выделяют два основных требования при написании реферата:

1 логическое изложение содержание реферата;

2 изложение материала носит проблемно–тематический характер.

Определяя проблему научного исследования, глубоко ее изучая, автор определяется с темой реферата.

Составными частями реферата являются общая характеристика текста, описание основного содержания и выводы. Оформление завершающей части работы может быть различным. Возможны следующие варианты:

- общие выводы;

- основные результаты;

- заключение по работе. Общие выводы.

Допускается любая из перечисленных форм, однако с условием, чтобы каждое из использованных понятий («выводы», «результаты», «заключение») в изложении соответствовало своему смыслу.

Проведенное исследование работ показывает, что заключительной части большинства из них свойственны следующие недостатки:

- отсутствуют научные выводы;

- выводы подменяются информацией о проделанной работе — «разработана методика...», «проведено исследование...», «получена зависимость...»;

- информация фактически не информативна, т.к. ограничена только названиями «методик», «зависимостей» без раскрытия их сути, смысла, принятых автором допущений, ограничений;

- научные выводы заменяются техническими, которые могут присутствовать, но только как дополнение к научным, т.к. *работа не технический отчет*.

Проанализируем несколько взятых из реальных ВКР примеров того, что авторы преподносят как выводы.

1. «...Исследована динамика процесса ротационного ленточного шлифования. Установлено, что радиальная составляющая сил резания зависит от натяжения ленты, а тангенциальная составляющая — от параметров шлифования... По итогам исследования динамики процесса получены зависимости по определению силы прижима ленты к обрабатываемой поверхности от усилия натяжения. Рассчитана величина натяжения проволоки в процессах обработки...».

Первое предложение — информация о том, чем занимался диссертант, *второе* — технический результат, немного наполненный содержанием (указано, что от чего зависит); *третье* — информация с оттенком результата, т.к. даны названия зависимостей. *Четвертое* предложение содержит информацию о незначительной части работы, ради которой нет нужды «делать» ВКР, поскольку в предыдущих предложениях автор не указывает, что «натяжение проволоки» его как-то интересовало методически — он говорит только о ленте. Не ясно для чего проводился расчет натяжения проволоки.

Первое предложение могло бы рассматриваться как вводное (каковым оно, к сожалению, не является), если после него была бы развернутая характеристика ротационного ленточного шлифования, чего в последующих предложениях нет, а есть только фрагменты, которые цельной картины не образуют. Не показаны также смысл и суть зависимостей, их научная трактовка, а она могла бы стать стержнем научного вывода, объединив разносмысловые предложения, которые в редакции автора не решают ни одной из задач:

- не содержат ни полной информации об одном из важнейших разделов ВКР;

- ни полного технического вывода, а тем более научного.

Из сказанного можно сделать вывод («Вывод — логический итог рассуждения, умозаключения...»), что приведенный текст никак нельзя назвать

выводом, да и хорошим описанием результатов исследований его тоже нельзя признать.

2. «...Разработана математическая модель абразивного инструмента с учетом упругого перемещения зерна при резании от параметров обработки, позволяющая получить основную информацию о физической сущности процесса и закономерностях ротационного ленточного шлифования...».

Данный текст в целом можно назвать информацией о проделанной работе, может даже фрагментом аннотации («Аннотация — краткое изложение книги, статьи...»), если немного изменить стиль изложения. В предложенной же редакции фраза «...Разработана математическая модель...» с последующими претендующими на вывод словами «...с учетом упругого...» звучит только как намек на вывод, хотя эти слова могли бы стать основой научного вывода, если бы автор разъяснил, что это такое «упругое перемещение зерна» и как оно соотносится с упругой деформацией основы (ленты). Конечная часть фразы вместо того, чтобы раскрыть (что было бы логично) суть «...учета упругого перемещения...», превращена автором в очередную претенциозную, звонкую пустоту. При такой оценке можно и не обращать внимание на то, что эта часть фразы неверна по определению: математическая модель не может позволить получать какую-то (тем более, основную) информацию о физической сущности. Там же сущности чего-либо, т.к. модель должна достоверно описывать эту *физическую сущность явления* языком математики и, к тому же, трудно представить, что такое «...математическая модель абразивного инструмента...» и как с ее помощью можно получить информацию о «...закономерностях ротационного ленточного шлифования...».

Из сказанного следует вывод: важность приведенного примера для суждения о научной ценности ВКР очень мала, хотя из него мог быть сформирован значимый научный вывод (при условии, если в ВКР имеются какие-либо исследования об упругих перемещениях абразивного зерна в ленте или вместе с ней).

3. «...Уточнены особенности температурного поля и получены

функциональные зависимости для расчета температуры в зоне резания при ротационном ленточном шлифовании. Определена зависимость интенсивности теплового потока в зоне резания от параметров обработки. Решение тепловой задачи позволило убедиться в том, что ротационное ленточное шлифование при прочих равных условиях не вызывает интенсивного тепловыделения, сказывающегося на структурных изменениях обрабатываемого материала...».

В данном примере первые два предложения — опять только информация о том, что делал автор, и в какой-то степени результат: «Определена зависимость...». Но что за «особенности», что за «зависимости» — автор не раскрывает и тем самым делает предложения практически бессмысленными с точки зрения представления их как результата и тем более вывода. Не известны ни посылки, ни допущения, ни физика процесса в представлении автора. Последнее предложение является намеком на технико-научный результат, но для придания ему статуса полноценного, научного, необходима научная интерпретация приведенного результата.

Один из признаков вывода — возможность судить о правильности постановки задачи, хода исследования и о полученном результате. Другим важным признаком является его информативность. Вывод должен дать читателю в сжатом виде информацию о сути научного результата, достаточную настолько, чтобы можно было не изучать текст ВКР подробно.

Рассмотрим разницу между часто встречающимся вариантом подмены вывода информацией о проделанной работе и настоящим выводом на простейшем примере. Предположим, что исследователь изучал, какой будет (четной или нечетной) сумма различного числа слагаемых, и установил, что если складывать нечетное количество нечетных слагаемых, то сумма — всегда нечетное число, если же число нечетных слагаемых четное, то и сумма — четное число. Проведя эту работу, подробно изложив в статье (или ВКР) все, что было сделано: вычисления, примеры, итоговую зависимость, автор в завершение пишет выводы.

На ваше рассмотрение предлагается несколько вариантов оформления

выводов, в которых сохранена стилистика текстов, наиболее часто используемая в ВКР:

а) проведено исследование процесса сложения простых чисел;

б) проведен системный анализ процесса сложения простых чисел;

в) разработана методика анализа сложения простых чисел, учитывающая их вид и количество;

г) исследованы особенности сложения простых чисел. Определена зависимость результатов сложения (или суммы чисел) от количества слагаемых. Решение задачи позволило убедиться, что число слагаемых влияет на характер (характеристики) получаемого результата;

д) установлена зависимость результатов сложения простых чисел (или просто суммы простых чисел) от вида и числа слагаемых;

е) проведенные теоретические и экспериментальные исследования выявили зависимости основных параметров качества (характеристик) суммы простых чисел от процесса сложения и вида (типа) простых чисел. На основе этих исследований разработан математический аппарат (программное обеспечение), позволяющий (позволяющее) автоматизировать процессы вычислений. Приведены результаты пробных расчетов.

Варианты можно и продолжать, фразы взяты, как сказано выше, из реальных диссертаций, ВКР и авторефератов. В них много общего: дается информация о том, что делалось, о процессе, но нет ничего конкретного о сути результата и о выводах, как говорится «вокруг да около».

Хотя, конечно, в каждом пункте что-то есть: в первом — исследование, во втором — анализ, в третьем — зависимость и т.д. Но фактически это не результаты и не выводы, а только их оболочка, заглянуть под которую и понять суть результата невозможно. Это можно рассматривать как некую завлекалочку, которая приглашает к изучению диссертации, ВКР. Но смысл вывода, результата, заключения иной: в кратком, сжатом, обсуждаемом виде вскрыть суть, итог либо «исследования», либо «анализа», либо «зависимости» и т.д., т.е. того процесса, того «делания», которое автор выполнил.

Использованные слова даже по смыслу глубоко различны: «исследование» — вид работы; «анализ» — метод исследования чего-то, результатом которого может быть и «зависимость». Но отметить, что в результате анализа (или исследования) получена зависимость «а» от «в» — это практически ничего не сказать. Для полновесного звучания, *для превращения приведенных вариантов в вывод или по крайней мере в информирующий результат необходимо вскрывать суть, смысл исследованного явления.*

В предложенном примере исследования автор установил, что при сложении нечетного количества нечетных слагаемых и сумма будет нечетной, а при четном количестве слагаемых — сумма нечетных слагаемых будет четной. Эта мысль, этот итог в виде умозаключения и должен быть выводом исследования. Можно предложить несколько вариантов его оформления:

а) проведено исследование зависимости результатов сложения простых чисел. Установлено, что при сложении нечетных чисел сумма будет четным числом при четном количестве слагаемых и нечетным — при нечетном.

В этом изложении конкретно назван объект исследования — зависимость, а не процесс сложения, т.к. в данном примере процесс сложения никакого интереса не представляет и не он объект исследования (хотя дело не в слове «процесс», и процесс может быть объектом исследования, например «процесс истечения жидкости через сопло»).

Первое предложение играет роль вводного. Второе же раскрывает смысл зависимости — это умозаключение автора, его выводы, сделанные после проведения исследования. Такая редакция информативна по сути, смысл зависимости сформулирован и предельно ясен, не требует какого-то дополнительного для читателя изучения, его можно обсудить, оперируя конкретными фактами;

б) «...При анализе результатов сложения нечетных простых чисел установлено, что результирующая сумма будет четным числом при четном количестве слагаемых и нечетным — при нечетном количестве...».

В такой редакции без вводного предложения *сразу указывается метод*

исследования — анализ и делается вывод о результате и итоге анализа с раскрытием сути.

Таким образом, вводного предложения может и не быть. Но если оно есть, то может звучать по-разному: главное его назначение — ввести в проблему. Изложение вывода тоже может быть различным и зависит от общего построения заключительной части диссертации, ВКР в которой рекомендуется давать общую характеристику исследования с перечислением основных результатов, но только наполненных содержанием. *А после этого привести действительно основные выводы — умозаключения автора по полученным результатам, избегая слова «установлено» без раскрытия сути.* Здесь уместно отметить, что количество выводов не может быть регламентировано — вывод (основной) может быть и один.

Из всего сказанного следуют выводы:

1. В заключительной части текста диссертации, ВКР нужно четко, в соответствии со смыслом различать такие понятия, как «заключение», «результаты» и «выводы».

2. Недопустимы фразы типа «проведено исследование...», «получена зависимость...», «разработана методика...» и т.д., ограниченные только названием и не наполненные раскрытием сути, смысла соответствующих понятий.

3. В выводе в краткой форме излагается умозаключения автора о результате и принятых автором ограничениях, допущениях, при которых получен результат.

4. Выводы должны приводиться в последовательности, соответствующей их важности: первым должен быть наиболее глобальный, а последующие должны его развивать, уточнять.

5. Вывод или результат должен быть информативен, т.е. нести информацию о сути, взаимосвязях, физической трактовке взаимодействия исследованных факторов.

6. Вывод должен давать читателю полную информацию о результате

работы, не вынуждая вникать в текст диссертации (здоровое любопытство читателя не возбраняется).

7. Вывод должен отражать научные результаты.

8. Вывод при всей его краткости *должен быть обсуждаем по сути* [1].

В реферате обычно раскрывается теоретическое и практическое значение темы, анализируются публикации по теме, дается оценка и делаются выводы из изученного научного материала (литературы).

Реферат показывает вашу эрудицию, умение самостоятельно анализировать, систематизировать, классифицировать и обобщать информацию.

2.2 Этапы научно-исследовательской работы

Процесс любого научного исследования начиная с творческого замысла и завершая окончательным оформлением научного труда носит характер индивидуальности. Однако можно выделить общие методологические подходы к проведению научного исследования, которые принято называть изучением в научном смысле.

Прогрессивное научно–техническое понимание стремится проникнуть в суть исследуемых явлений и действий. Исследовать в научном смысле — аргументированное использование научного предвидения, обдуманый расчет, планомерные поисковые изыскания, научная объективность. При научном исследовании важно все. Концентрируя внимание на главных или основных вопросах темы, невозможно отбрасывать косвенные прецеденты, которые как может показаться кажутся незначительными. Нередко бывает, что как раз такие прецеденты приводят к началу принципиального открытия.

В науке недостаточно установить какой-нибудь новейший научный прецедент, принципиально дать ему разъяснение с позиций прогрессивной науки, продемонстрировать его общепознавательное, теоретическое, либо фактическое значение.

Процесс научно–исследовательской работы можно разделить на несколько этапов. На каждом из которых производятся различные исследовательские действия и составляются различные материалы.

Наиболее трудным и ответственным этапом является выбор темы исследования. Это *первый* этап. Общеизвестно, что правильный выбор темы наполовину обеспечивает удачное выполнение научного исследования. Тема должна соответствовать ряду требованиям. Таким как актуальность, новизна, отражение проблемы современной науки. Однако сначала автор определяет к какому виду изыскания она будет относиться. Виды исследований классифицируют по их направленности в цепи «теория–практика»:

- фундаментальные исследования, нацеленные на исследование и становление теоретических концепций как науки, ее методологии, научного статуса, ее истории;

- фундаментальные исследования в границах отдельных специальных дисциплин: гиперзвуковая аэродинамика, автоматизация проектирования, математическое моделирование и экономический анализ воздушных судов, автоматизация технологических процессов и производств и т.д.

Научные выводы фундаментальных исследовательских работ не всегда находят прямой выход в практику образования; прикладные изыскания решают в большей мере фактические задачи либо теоретические вопросы фактического направления. Традиционно прикладные изыскания считаются логическим продолжением фундаментальных, относительно к которым они носят вспомогательный характер разработки, основной задачей которых является непосредственное обслуживание практики образования. Результатами научно–исследовательских работ выступают учебные программы, методические пособия и рекомендации, инструкции и т.д.

Набранный достаточного уровня знаний и положительный опыт работы в той или иной области научного исследования является важным критерием при выборе темы исследования.

Социальное формирование непосредственным способом формирует облас

ть собственных заинтересованностей, каким покоряется тема технических исследований. Акцентируют внимание на двух составляющих элемента:

- справедливо имеющаяся необходимость в ходе постоянного углубления, расширения и обновления концепции познаний, охватываемых в сущность создания. Данная необходимость обуславливается достижениями науки и научно–технического прогресса в общественном производстве и вытекающими из этого требованиями к подготовке подрастающего поколения;

- потребность соответственной взаимодействия клиентов (в рамках высококласных стереотипов) и индивидуальных методов в содержании, координационных конфигурациях и способах изложения, реализуемой в научно–исследовательской и производственной практике. При этом должны использоваться достижения естественных наук и наук, связанных с развитием производства, таких, как современные проблемы авиационной науки, техники и технологии; методология научного исследования; системы автоматизированного проектирования и пр.

На выбор темы научного исследования влияют возможности материальной базы, специальной техники и методика изыскания. Особое внимание следует обратить на то, как изучаемая проблема освещается в информационно–эмпирических базах, четко выделять менее изученные и слабо освященные направления.

С целью подбора проблемы изучения можно применять способ знакомства с обзором достижений науки и техники.

Именно так в свое время натолкнулась на важную тему для диссертации известный физик Мария Кюри-Склодовская. Просматривая новые журналы в поисках научной информации, она обратила внимание на интересное явление, незадолго до этого подмеченное французским физиком Анри Беккерелем. Уран и его соли испускали какие-то лучи, которые проходя сквозь черную бумагу, вызывали свечение некоторых веществ. М. Кюри-Склодовская с головой ушла в захватившую ее работу в еще мало исследованной области. Как известно, в 1898 г. совместно со своим мужем Пьером Кюри она открыла новые

радиоактивные элементы — полоний и радий. В настоящее время многие журналы регулярно публикуют критические обзоры новейших научных достижений, что облегчает ориентацию в малоизученной тематике современной науки; ознакомление с новейшими результатами исследований в смежных, пограничных областях науки и техники.

На «стыках» наук часто выявляются новые и важные открытия. Недаром же эти пограничные области называют «белыми пятнами» в науке, разработка новых более эффективных методов исследования, принципов конструирования машин, технологических приемов применительно к конкретной отрасли народного хозяйства на основе новейших достижений науки и техники. Методические исследования могут служить темами диссертационных работ, если проводятся на достаточно высоком теоретическом уровне, экономически и технически хорошо обоснованы, имеют прикладное значение.

Академик И.П. Павлов говорил, что наука движется толчками, в зависимости от успехов, делаемых методикой; пересмотр старых открытий при помощи новых методов, с новых позиций, с привлечением нового фактического материала. В истории науки есть немало таких замечательных примеров, когда пересмотр старых открытий под новым углом зрения давал исключительные результаты. Напомним о коренной проверке аксиом древнегреческого геометра Эвклида знаменитым русским математиком Н.И. Лобачевским. Это привело к открытию Н.И. Лобачевским так называемой неэвклидовой геометрии, нового учения в математике; всесторонний анализ новых статистических, экспериментальных, описательных и других материалов ведомственного характера. Эти материалы должны быть использованы с согласия их владельцев, ведомств, учреждений и сохранением установленных правил публикации; консультации с деятелями науки, техники, новаторами производства, позволяющие выявить важные вопросы практики, мало изученные в теоретическом плане; просмотр каталогов защищенных диссертаций.

Выбрав тему будущего исследования, автор должен максимально

удостовериться, не проводятся ли работы в других местах и другими людьми. Встреча с коллегой до начала работы будет более приятной, чем потом, на процедуре защиты, когда соискателю сообщат, что диссертация на подобную или весьма близкую тему была защищена недавно.

Выбрав направление и тему исследования автор переходит ко *второму* этапу – изучение проблемы с помощью литературных источников.

После выбора темы автору нужно провести библиографический поиск по этому направлению, чтобы обрести четкое представление о сделанном до него по изучаемому вопросу.

В момент выбора литературы рекомендовано в первую очередь остановиться на каком-либо более широком источнике, в котором рассматривается выбранная проблема изучения. В процессе кропотливой проработки такого произведения можно выявить, что в тексте, текстуальных ссылках и списке примененной литературы назван несколько трудов, в которых рассматривается выбранная с целью изучения проблема.

Исследование научных трудов проводится в шесть этапов, которыми являются:

- единое ознакомление с произведением в общем по его оглавлению;
- беглый просмотр содержания;
- чтение в порядке очередности расположения материала;
- частичное чтение какой-либо доли произведения;
- выписка вызвавших интерес материалов;
- критическая оценка записанного, его редактирование для возможного применения в своей работе.

Работа проводится одновременно с составлением картотеки изучаемых источников.

При анализе картотеки можно узнать, то что запланированная с целью изучения проблема уже исследована, описана и обширно используется в практике. Подобным способом, фундаментальное исследование литературы даст возможность исключить напрасной работы над уже разрешенной

проблемой. Картотека способна указать на то, что хотя разрабатываемая тема уже широко изучена во множествах работах, однако целый ряд вопросов затронут лишь вскользь, неосновательно, подробно никак не исследован.

В это же время исследователь может не достичь согласие с некоторыми положениями, объясняемых в проделанных исследовательских работах. При таком варианте опубликованные труды не считаются преградой для продолжения исследования, разбор их может привести лишь к некоторому изменению в предварительно сформулированной теме.

Третьим этапом исследования является конкретизация темы и разработка плана научно-исследовательской работы.

Раскрытие выбранной темы должна быть точной, понятной и высказывать суть задачи изучения. Затем необходимо формирование начального проекта научно-исследовательской деятельности, персонального проекта в соответствии с типами профессиональной деятельности. Он описывает систематичность и очередность изысканий. Главной составной частью плана научно-исследовательской работы считается методология исследования, т.е. совокупность и связь способов, методов и приемов научно-исследовательской деятельности.

Начальным этапом составления плана процесса научно-исследовательской деятельности является формулировка *обоснования актуальности темы исследования*.

Обосновывая актуальность необходимо заострить внимание на суждениях которые определяют причины начала исследования данной проблемы и ее необходимость (потребностью производства, развитием науки, общественными потребностями или она представляет собой обобщение опыта и т.д.).

Какие задачи стоят в проектно-конструкторском, проектно-технологическом аспекте избранного направления, в конкретных социально-экономических условиях развития авиационного кластера; что уже сделано, что осталось нераскрытым и что предстоит сделать. На этой основе

формулируется *противоречие*.

Обнаруженное противоречие имеет место в практике обучения, изыскания. Может быть несколько противоречий, хотя в любом случае противоположные стороны любого противоречия относятся или к практике (и только к одному ее аспекту), или к доктрине (и тоже только в одном каком-то аспекте).

Формулирование *проблемы* является следующим этапом научного исследования. Под проблемой в научном смысле понимается объективно возникающий в ходе формирования постижения вопрос, решение которого представляет существенный практический или теоретический интерес

В данном смысле проблема выступает как понимание, констатация дефицитности доступной к этому времени степени познаний, то что считается или результатом раскрытия новейших прецедентов, взаимосвязей, законов, выявления закономерных недостатков имеющихся концепций или результатом возникновения новейших запросов научной практики, которые требуют выхода за границы ранее приобретённых познаний, получение новых знаний.

Подобным способом, вопрос изучения закономерно следует с определенного противоречия, с него вычленено в таком случае, то что обладает подход только лишь к науке и переброшенного в область постижения, сформулировано на языке науки. Отвечая на вопрос «что надо изучить из того, что раньше не было изучено?» исследователь тем самым ставит проблему.

Вслед за проблемой исследования определяется его *объект и предмет*.

Объект в гносеологии (теории познания) — это есть то, что собственно противоборствует познающему субъекту в его познавательной работе, то есть это та часть практики либо научного познания (в случае теоретических, методологических, познавательных работах) с которыми исследователь столкнулся.

Соответственное воссоздание объекта в мышлении подразумевает изменение начальных сведений постижения, а безупречное возобновление объекта представляет равно как итог использования типом конкретных методов

познавательной работы, закономерных действий. Вырабатываемое субъектом понимание регулярно корреспондируется с объектом, обследуется через материальную практическую операцию.

Рассмотрение одной из сторон объекта, с которой исследователь познает единый объект исследования, выделяя при этом основные его черты называется *предметом* исследования. Таким образом можно сказать что предмет является частью, отдельным элементом объекта. Например, объект «человек» может исследоваться и физиологами, и психологами, и историками, и социологами и т.д. Но предмет этих исследований будет разным у разных специалистов. У физиолога предметом исследований будет, к примеру, состояние кровеносной системы человека; у психолога — психическое состояние человека в момент стресса и т.д. Предмет исследования уточняет, приближает к абсолютной истине объект исследования. Эта категория, обозначающая некоторую целостность, выделенную из мира объектов в процессе человеческой деятельности и познания. Между объектом и предметом исследования существует неразрывная связь.

Следующий этап – это определение *цели*, т.е. того что планируется достичь в исследовательской работе.

Важный момент — построение *гипотезы*. Гипотеза — это научное предположение, истинное значение которого неопределенно. Она представляет собой вероятный (гипотетический) ответ на вопрос, который разработчик поставил перед собой, и состоит из предполагаемых взаимосвязей между исследуемыми объектами.

Научное предположение представляет собой аргументирование предвидение о процессе и конечных выводах исследования, что могут преобразоваться в теоретическую концепцию. Создание гипотезы считается одним из сложнейших этапов исследования.

Гипотеза в научно-исследовательских разработках благополучно осуществляет свою функцию лишь в том случае, если она опирается на многосторонний и фундаментальный анализ соответствующих явлений.

Нормальному ходу научного исследования может препятствовать гипотеза, построенная на внешней аналогии.

Основным методом развития научного познания является гипотеза. Данный метод заключается в выдвижении предположения и последующем его экспериментальном подтверждении, когда оно становится фактом, концепцией, теорией или опровергается, и тогда необходимо строить новую гипотезу.

Планируя логику научной разработки, ученый определяет несколько исследовательских *задач*, которые в совокупности дают представление того, что необходимо сделать для достижения цели.

Задачи изыскания следуют из гипотезы и предмета. Сущность и количество задач обязано являться достаточным, для того чтобы целиком охватить предмет исследования и, в следствии будущего исследования, в том числе и предстоящего опыта, получить научно аргументированный результат на высказанную гипотезу.

Именно задачи научного исследования раскрывают работу со стороны планируемых результатов, целей, которые ставит перед собой исследователь. Ими могут быть: описание, выявление, разработка, обоснование, уточнение, дополнение, систематизация, совершенствование, развитие, конкретизация, анализ (концепции, подхода, метода, и т.д.).

Можно сказать, что задачи изыскания выступают как отдельные, сравнительно индивидуальные цели по отношению к общей цели исследовательской работы в определенных обстоятельствах контроля сформулированной гипотезы.

В первоначальном плане исследовательской работы должны быть указаны отдельные исследуемые вопросы, с помощью, каких методов будут решаться поставленные задачи? Ответ на эти вопросы содержится в перечислении *методов исследования*, а также каким путем выводы и предложения исследовательской работы будут внедряться в практику.

Методология — это комплекс приемов исследования, включая методику, технику и разнообразные операции (действия) с данными.

Метод (греч. — *methodos*) — в самом широком смысле слова «путь к чему-либо», способ деятельности субъекта в любой её форме.

На основании теория, выступающей необходимой предпосылкой разрабатывается метода. Результативность каждого метода определяется содержательностью, глубиной фундаментальности концепции, которая сжимается в метод. В свою очередь метод «расширяется в систему», т.е. применяется с целью последующего формирования науки, углубления и развертывания абстрактного познания как системы, применения в практике.

Любой метод определен своим предметом, т.е. тем, что именно исследуется. Каждый метод, в том числе и наиболее значимый считается только одним из многих условий созидательной работы человека, которая не ограничивается только лишь логикой и методом. Созидательная работа способна содержать в себя еще и другие условия: мощь и эластичность интеллекта исследователя, его критичность, глубину воображения, форсированность воображения, способность к интуиции и т.д.

Выделяют методы теоретического и эмпирического исследования, фундаментальные и прикладные, количественные и качественные методы и т.д.

Любой метод исследования содержит три основных аспекта:

- объективно–содержательный;
- операциональный;
- праксеологический.

Первый аспект выражает предопределенность метода предметом исследования через теорию.

Операционный аспект закрепляет взаимосвязь содержания метода не столько от объекта, сколько от субъекта, его компетентности, возможностью переместить надлежащую теорию в систему законов, основ, приемов, которые в своей совокупности и образуют метод.

Свойства метода, такие как эффективность, надежность, ясность, конструктивность раскрывают праксеологический аспект.

Объективность, воспроизводимость, необходимость, конкретность

выступают характерными признаками научного метода.

Например, методическим обеспечением исследования в области комплексного автоматизированного производства могут быть использованы современные подходы в области автоматизированного проектирования ВС, отраслевые обзорно–аналитические материалы, принцип системного анализа, численный метод, методы математического моделирования, математической логики, технологии объектно–ориентированного программирования, методы экспериментального исследования и т.д.

Что же касается теоретического познания, то в нем применяются иные исследовательские средства. Здесь отсутствуют средства вещественного, практического взаимодействия с исследуемым объектом. Но и язык теоретического изучения отличается от языка эмпирических изображений. В качестве его основы выступают теоретические определения, значением которых являются теоретические безупречные объекты.

Методы теоретического исследования подразделяют:

- *теоретический анализ и синтез* — духовное распределение предмета с целью исследования его по составным частям и мысленное объединение целого из отдельных элементов или соединение разных компонентов, сторон объекта в единое целое. Синтез и анализ взаимодействуют друг с другом;

- *абстрагирование и конкретизация* — процедура мышления, в следствии чего человек, абстрагируется от несущественного, формирует определения, восходя от определенного к неопределенному, наполняя теоретическое конкретным содержанием, в то же время подчеркивая интересующие исследователя особенности. В следствии данного движения приобретают различного рода «абстрактные понятия», равно как в отдельности принятые, «формирование», «разногласие», и другие так и их системы;

- *обобщение* — процедура определения единых качеств и свойств предмета, непосредственно сопряжено с абстрагированием;

- *индукция* — перемещение идеи от индивидуального (опыта, фактов) к единому (их обобщению в заключениях) и *дедукция* — восхождение процесса

познания от единого к индивидуальному. Это противоположные, взаимно дополняющие ходы мысли;

- *аналогия* (соответствие, сходство) — формирование сходства в отдельных гранях, свойствах и отношениях между неадекватными объектами. На основании обнаруженного сходства производится соответствующее заключение — умозаключение по аналогии. Аналогия предоставляет не достоверное, а вероятностное познание. При заключении по аналогии познание, полученное из рассмотрения какого-либо объекта, переносится на другой, менее изученный и менее доступный для исследования объект;

- *моделирование* — способ изучения конкретных объектов путем воссоздания их данных на другом объекте — модификации, которая представляет собой подобие того или иного части действительности (вещественного или мыслительного) — оригинала модели. По характеру модели акцентируют материальное (предметное) и идеальное моделирование, сформулированное в соответствующей признанной форме. При идеальном моделировании модели выступают в виде графиков, формул и т.д. В настоящее время широко распространено компьютерное моделирование;

- *системный подход* — комплекс общенаучных методологических основ (условий), в базе которых находится анализ объектов как систем. Особенность подобного расклада ориентирует исследователя на выявление единства формирующегося объекта и обеспечивающих её элементов, на обнаружение многообразных типов связей сложного объекта и сведение их в общую теоретическую картину. Значимым определением системного подхода считается понятие «самоорганизация». Данное понятие определяет процедуру формирования, воссоздания или улучшения организации сложной, открытой, динамичной саморазвивающейся системы, связи между элементами которой имеют не жесткий, а вероятностный характер;

- *структурно–функциональный* (структурный) способ строится на базе выделения в единых системах их структуры — совокупность устойчивых отношений и взаимосвязей между её составляющими и их роли (функций)

относительно друг друга. Структура понимается как нечто постоянное при конкретных преобразованиях, а функция как назначение любого из компонентов данной системы.

Значением эмпирических определений считаются специальные абстракции, которые называются эмпирическими объектами. Их необходимо отличать от объектов реальности. Эмпирические объекты — абстракции, подчеркивающие в реальности определенный набор качеств и отношений вещей. Реальные объекты представлены в экспериментальном изучении в виде совершенных объектов, обладающих твердо зафиксированным и ограниченным набором свойств. Реальному же объекту свойственно безграничное число признаков.

Методы эмпирического исследования подразделяют:

- *наблюдение* — направленное бездейственное познание предметов, опирающееся в основном на органы чувств. Наблюдение способно являться прямым и опосредованным различными устройствами, и другими техническими приборами. Ключевыми условиями к научному наблюдению являются конкретность плана (что именно наблюдается), вероятность контроля путем вторичного наблюдения, либо с помощью других методов (например, эксперимента);

- *эксперимент* — интенсивное и направленное вторжение в течение исследуемого процесса, надлежащая перемена исследуемого объекта или его воссоздание в специальных сформированных и регламентированных условиях, характеризующихся целями эксперимента. Ключевые характерные элементы эксперимента:

а) наиболее интенсивное (чем при наблюдении) отношение к объекту исследования, вплоть до его изменения и преобразования;

б) возможность контроля за поведением объекта и проверки итогов;

в) многократная воспроизводимость исследуемого объекта;

г) возможность обнаружения таких свойств, которые не наблюдаются в естественных условиях.

Виды (типы) эксперимента весьма разнообразны. По своим функциям выделяют:

- а) исследовательские (поисковые);
- б) проверочные (контрольные);
- в) воспроизводящие эксперименты;

- *сравнение* — познавательная процедура, выявляющая схожесть или отличия объектов, т.е. их тождество и различия. Оно содержит значение только в совокупности однородных предметов, образующих класс;

- *описание* — познавательная процедура, заключающаяся в фиксировании итогов опыта (наблюдения или эксперимента) с помощью конкретных систем обозначения, устанавливаемых в науке.

Важной чертой изучения является его результат — совокупность идей, абстрактных и фактических заключений, полученных в соответствии с целями и задачами работы. Итог изучения отражает достигнутый уровень знаний, закрепляет компоненты его приращения. Он должен быть аргументированным и доказанным, иметь значение для науки и практики, нести общественно новые познания.

К первоначальному плану должен быть предложен и календарный план исследовательской работы. Результат каждого научного труда значительно зависит от того, насколько грамотно исследователь сумеет спланировать осуществление каждого этапа своего исследования в определенные сроки и в какой степени точно он будет их соблюдать.

Основным этапом исследовательской работы является *четвертый*. На этом этапе происходит накопление материала, который применяется в процессе проверки обоснованности выдвинутой гипотезы. С целью собирания необходимого материала применяют различные способы.

Различие эмпирического и теоретического уровней научного исследования касается и средств познания, специфики способов и характера предмета изучения.

Особенности средств и методов двух уровней научного познания связаны

со спецификой предмета эмпирического и теоретического исследования. В любом из данных уровней исследователь имеет дело с одной и той же объективной реальностью, но он познает ее в разных предметных срезах, в разных аспектах, а поэтому ее видение, ее представление в знаниях будут даваться по-разному. Экспериментальное изучение в основе своей нацелено на изучение явлений и зависимостей между ними. На этом уровне исследования сущностные связи не акцентируются в чистом виде, однако они как бы высвечиваются в явлениях, проступают через их конкретную оболочку.

На уровне же теоретического познания происходит выделение сущностных связей в чистом виде. Суть объекта представляет собой взаимодействие ряда законов, которым подчиняется данный объект. Задача теории как раз и заключается в том, чтобы, расчленив эту сложную сеть законов на компоненты, затем воссоздать шаг за шагом их взаимодействие и таким образом раскрыть суть объекта.

Эмпирический и теоретический уровни различаются по методам исследования. С помощью экспериментальных методов изучения осуществляется накопление, фиксация, обобщение и систематизация опытных данных, их статистическая и индуктивная обработка, в то время как, с помощью теоретических происходит формирование законов наук и теорий.

На полученной об отдельных изучаемых явлениях базе данных определяют данные, характеризующие исследуемый комплекс в целом. Полученные результаты обрабатывают статистически. Это является *пятым* этапом научного исследования.

После сведения итогов исследования может быть установлено, что полученные данные недостаточно достоверны и необходимо осуществить дополнительный сбор материалов. Проводится дополнительная серия наблюдений или экспериментов. Условия проведения дополнительных наблюдений или экспериментов должны соответствовать основным.

Далее проводится анализ итогов исследования. Это *шестой* этап работы.

Одно лишь правильное, логичное построение процесса научного

изыскания, не гарантирует правильной логики исследования.

Логика исследования — закономерность отбора и анализа фактов реальности. Наиболее большим минусом научной работы является то, что чаще всего в них ограничиваются лишь отображением педагогических явлений, без осмысления их сути, причин и связей с другими действиями и явлениями. Если и совершаются стремления анализировать педагогические явления, то в основной массе это сводится к анализу обычных и только видимых сторон.

Таким образом, закономерность экспериментальной работы связана не только с методами сбора материалов, но и с трудностями обработки анализа и интерпретации использованных материалов.

Итоги любого завершенного исследования можно выявить с точки зрения его содержания, значимости для науки и практики, метода получения, обоснованности и доказательности. Для оценки особенности научно-исследовательской деятельности они должны быть представлены в таком виде, чтобы их можно было внедрить в практику. Итоги исследовательской деятельности должны быть соответствующим образом описаны.

Завершающим этапом изыскания является оценка эффективности исследования. На *седьмом* этапе исследователь обязан знать и оценить результаты своей работы.

Если основной характеристикой фундаментальных исследований является их теоретическая актуальность, новизна, концептуальность и доказательность, перспективность и возможность внедрения в практику, то при рассмотрении прикладных исследований следует оценивать в первую очередь их практическую необходимость и значимость, возможность внедрения в практику.

3 Организация и выполнение научно–исследовательских и опытно–конструкторских работ

3.1 Организация научно–исследовательских и опытно–конструкторских работ

Основанием для выполнения НИОКР служит техническое задание (ТЗ) на выполнение научного изыскания и (или) договора (контракта) с заказчиком, в случае его наличия. Заказчиком способен быть как государственный заказчик, так и любой другой субъект хозяйственной деятельности — инвестор, эксплуатант. Этапом разработки технического задания является этап внешнего проектирования. ТЗ должно разрабатываться в соответствии с требованиями комплекса стандартов. Утверждает ТЗ заказчик (в случаях договорных НИР) или руководитель предприятия–исполнителя (в случаях инициативных НИР). На этом же этапе определяются перспективные для разработки типы ЛА. Для этого необходимо провести анализ современного состояния, тенденций развития, прогнозов потребностей в ЛА разных классов. Затем, принимая во внимание производственные, экономические и прочие возможности разработчика, наличие научно–технического задела, «ноу-хау», предыдущую практику формирования и эксплуатации, осуществляется выбор конкретного типа и формируется первоначальная концепция ЛА, заключающаяся в установление единых основ создания, основных летно–технических и эксплуатационных характеристик. Концепция и возможная потребность в ЛА устанавливаются после согласования с возможным заказчиком характеристик ЛА и формирования окончательных тактико–технических требований. В это же время должна быть оценена экономическая эффективность проекта (затраты на программу, размеры рентабельности, срок окупаемости), выбраны соразработчики и партнеры по проекту, установлены методы продвижения товара на рынок и т.д.

Осуществляя выполнение НИР необходимо соблюдать требования ТЗ.

Обязательно разработать и реализовать требования по обеспечению безопасности для жизни и здоровья людей и охраны окружающей среды, сопоставимости и взаимозаменяемости, по стандартизации, унификации и метрологическому обеспечению, по ограничению номенклатуры применяемых материалов и комплектующих изделий, по экономическому и рациональному использованию топливно–энергетических и материальных ресурсов при создании и эксплуатации создаваемой продукции, по обеспечению конкурентоспособности продукции, намечаемой к созданию.

Для решения единичных независимых задач НИР могут быть выделены составные части НИР, выполняемые соисполнителями (сторонними организациями) согласно договору с исполнителем НИР. В этих случаях исполнитель НИР выполняет функции заказчика по отношению к исполнителям составных частей НИР, координирует их работу и несет ответственность за качество и научно–технический уровень НИР в целом.

Выделяют четыре этапа процесса выполнения НИР.

Первый этап - выбор направления исследований — проводят с целью определения наиболее эффективного варианта направления познаний на основе оценки состояния исследуемой проблемы, в том числе результатов патентных исследований, и сравнительного анализа вариантов возможных решений с учетом результатов прогнозных исследований, проводившихся по аналогичным проблемам;

Второй этап - теоретические и экспериментальные исследования — проводят с целью получения достаточных теоретических и достоверных экспериментальных итогов исследований для решения, поставленных перед НИР задач;

Третий этап - обобщение и анализ результатов исследовательской работы, выпуск отчетной научно–технической документации (ОНТД) по НИР — проводят с целью оценки оптимальности полученных итогов в сравнении с современным научно–техническим уровнем (в том числе оценки создания конкурентоспособной продукции и услуг);

Четвертый этап - предъявления работы к приемке и ее приемка.

В техническом задании и в договоре на выполнение НИР определяются этапы его.

Допускается разделять этапы на самостоятельные подэтапы только если это оговаривается в ТЗ и договоре.

С целью экспериментальной проверки возможности создания образца продукции и определения его технических характеристик, проверки правильности результатов теоретических исследований и выбора оптимального технического и конструкторско–технологического решения в ходе исполнения НИР при необходимости формируют макеты, модели, экспериментальные образцы (макеты).

Потребность разработки, изготовления и испытаний макетов устанавливаются в ТЗ на НИР и договора на ее осуществление.

С целью обеспечения оперативного выполнения НИР и ее этапов, реализации своевременного контроля за выполнением работ и составлением ОНТД исполнитель НИР при необходимости разрабатывает, согласовывает с заказчиком и утверждает план совместных работ на выполнение НИР (план–график, сетевой план–график или другой планирующий документ), содержащий последовательность и сроки выполнения этапов НИР, состав исполнителей, номенклатуру и сроки составления ОНТД по этапам НИР и НИР в целом, сроки приемки этапов и НИР в целом.

Скоординированный и принятый план совместных работ на выполнение НИР считается неотъемлемым для всех участников НИР.

В ходе исполнения работ исполнитель НИР по согласованию с заказчиком может конкретизировать и вносить поправки план совместных работ в границах условий ТЗ и договора на осуществление НИР.

При выявлении в ходе НИР нецелесообразности продолжения работ исполнитель НИР представляет заказчику аргументированное заключение о прекращении работ. Причиной для прекращения НИР считается совместное решение исполнителя НИР и заказчика либо решение руководства исполнителя

НИР (при отсутствии заказчика).

3.2 Порядок выполнения научно–исследовательских и опытно–конструкторских работ

Осуществление обязательных условий ТЗ, в том числе по обеспечению безопасности для жизни и здоровья людей и охраны окружающей среды, совместимости и взаимозаменяемости при изготовлении и испытаниях макетов и при реализации НИР выполняются на трех этапах.

Во-первых - на этапе выбора направлений исследований. На этом этапе требования возможно выполнить путем четкой разработки вопросов безопасности и экологии, формирования необходимых условий и проработки мероприятий по их выполнению;

Во-вторых - на этапе теоретических и экспериментальных исследований. На данном этапе условия выполняются путем уточнения и экспериментальной проверки этих требований при изготовлении и испытаниях макетов;

В-третьих - на этапе обобщения и оценки результатов исследований — путем включения уточненных требований в ОНТД.

Результативность и достаточность разработанных условий и принятых мер по их реализации анализируются при приемке этапов НИР и НИР в целом и отражают в актах приемки и протоколах испытаний макетов.

Разработку и реализацию условий согласно стандартизации и унификации создаваемых образцов продукции реализуют согласно условиям национальной системы стандартизации и ТЗ.

При разработке предложений согласно унификации обязательно учитывают возможности использования в конструкции образца продукции заимствованных составных частей, блочно–модульного принципа конструирования, использования образца продукции и его составных частей в качестве базовых для создания их модификации, кроме того разработаны предложения по формированию параметрических и типоразмерных.

Деятельность по метрологическому обеспечению осуществляются согласно условиям межгосударственных стандартов обеспечения единства измерений.

Условия по ограничению номенклатуры применяемых материалов и комплектующих изделий разрабатывают с целью предотвращения применения в создаваемом образце продукции устаревших, неперспективных или не соответствующих по своим техническим характеристикам условиям к создаваемому образцу продукции материалов и комплектующих изделий.

По эскизным конструкторским документам изготавливают макеты, однако допускается из изготовления и по рабочей конструкторской документации.

3.3 Место информации в научно–исследовательских и опытно–конструкторских работ

Роль информационного обеспечения НИОКР значительна, потому что принятие хоть какого управленческого решения основывается на различной информационной основе.

Каждое из итогов по НИОНР направлено в будущее, подтверждение точности результатов научно-исследовательской деятельности осуществляется через значительный промежуток времени, поэтому уровень неопределенности имеющейся информации очень велик. Следовательно, можно сказать что управление по прогнозной информации является управлением НИОКР, которая реализуется через систему управления хозяйствующим субъектом.

Стратегия управления деятельностью хозяйствующего субъекта должна постоянно опираться на новые данные по экономической системе, переменам в обществе и политике не только в собственной стране, но и на мировом уровне.

Современная стратегия управления должна учитывать тенденции:

- форсирование глобализации бизнеса, приобретения мировых масштабов рынками товаров, услуг и технологий;

- форсирование действий технологического обновления, что ведет к интенсивному взаимодействию науки и сферы НИОКР;

- увеличение риска конфликтов в мире из-за автономизации народов и наций.

Настоящая информация для хозяйствующего субъекта существует лишь в том случае, если предварительно имеется намерение (замысел), цель, проект.

Желание определяет подход к оценке находящейся вокруг реальности, что в свою очередь проявляется в пробуждении интереса, который и дает возможность акцентировать внимание на нужной информации из общего шумового информационного фона. Иначе говоря, подлинная информация является итогом взаимодействия двух сущностей «намерение–внимание». Только лишь в данном случае делается допустимым формирование результативного метода сбора и обработки информации без ненужных потерь времени, путаницы и риска утонуть в безбрежном море информации.

В НИОКР, в первую очередь, принимается стратегическое решение — определение тенденций труда. утверждение этого решения (плана) устанавливает необходимость в конкретной информационной базе. Затем разрабатываются и утверждаются тактические решения по выбору оптимального пути достижения цели (и этим обуславливается необходимость в соответствующей информационной базе) и, в конечном итоге, каждый день принимаются оперативные решения конкретных задач НИОКР (что обуславливает потребность в своей информационной базе).

Таким образом, роль информации в НИОКР базируется на принципе неразрывности триады: цели – потребности – базы (это называется принципом 3b — по-французски *buts – besoins – bases*).

Стратегические решения по НИОКР непосредственно оказывают влияние на их судьбу и жизнеспособность. Из-за все возрастающей нестабильности на глобальном рынке их количество регулярно увеличивается. Их результаты все сложнее предсказать, а цена ошибки возрастает. Все выше сказанное предопределяет значимость стратегической информации. По методу 3b следует

определить стратегические цели, затем стратегические потребности и, наконец, перейти к стратегическим информационным базам.

На основании выявленных потребностей следует сформировать картотеку направлений с целью изучения (безусловно, особую для каждого хозяйствующего субъекта). Данная картотека может содержать:

а) главные направления по странам (развитие экономики, групп потребителей, основных тенденций потребления товаров фирмы, динамика вкусов и т.д.);

б) технологический процесс (сырье, производственные технологии, окружающая среда, достижения науки);

в) действующие лица (акционеры, объединения данной фирмы с другими, их поглощение, бюджет НИОКР, потенциальные конкуренты, их кадровые изменения, торговый оборот);

г) возможные направления диверсификации (наблюдения за возможными отраслями применения).

Тактическая цель состоит в подборе оптимального ресурса достижения стратегической цели и в контроле неизменности обстоятельств, которые предрешили этот выбор. В соответствии с этим появляются необходимости двух родов:

- свойства основных направлений деятельности;
- материалы по окружающей среде.

Эти необходимости настолько различны, что требуют информационных баз двух видов — «по запросу» и «мониторинг».

Пример базы «по запросу»:

- какие изделия имеются на рынке;
- что объявляют конкуренты о новых товарах;
- над чем работают их конструкторские и исследовательские организации;
- в состоянии ли конкуренты быстро реагировать на рыночные изменения;

- может ли кто-нибудь заблокировать каналы сбыта;
- благоприятно ли законодательство для бизнеса;
- можно ли использовать существующие производственные мощности;
- если нет, то каковы затраты на их переналадку.

Пример тактической базы «мониторинг»:

- основные области действия и виды продукции (нынешние и будущие);
- зоны и территория деятельности;
- производственные мощности и способы производства;
- патентная и лицензионная активность;
- законодательство;
- снабжение (ресурсы, поставки);
- социально–политическая обстановка.

Своевременные необходимости в первую очередь затрагивают подходящие способности и угроз для хозяйствующего субъекта. Тут требуется оперативная, точная, надежная информация (цены, клиенты, поставщики, изменения в материалах, стандартах и т.д.).

Информация, собранная на конкретный момент исключительно в оперативных целях, в последствии может получить стратегическое значение. Поэтому для хозяйствующего субъекта целесообразно группировать все информационные базы в одной картотеке. практика подсказывает, что для хозяйствующего субъекта целесообразно иметь такие базы, как: конкуренция (действующие и потенциальные конкуренты); рынок (потребители, каналы сбыта, цены); технология (конструирование, производство, использование); законодательство; ресурсы (материально-технические, рабочая сила, финансы); общие тенденции (политические, экономические и т.п.).

3.4 Процедура оценки научно–исследовательских и опытно–конструкторских работ — проекта

Оценка проекта — ключевой процесс на первоначальной стадии проекта,

однако она представляет собой постоянный процесс, предусматривающую вероятность остановки проекта в любой момент в связи с появляющейся дополнительной информацией. Можно сказать, что, это одна из процедур оперативного управления НИОКР. Данная процедура опирается на четко формальный базис и включает ряд элементов:

- обнаружение условий, имеющих отношение к проекту;
- анализу проектных предложений согласно данным условиям с использованием количественной информации или экспертных оценок;
- утверждение либо отклонение проектных предложений на основе сделанного анализа;
- обнаружение сфер, где нужна дополнительная информация, и акцентирование ресурсов на ее получение;
- сравнение новой информации с той, что использовалась при первоначальной оценке;
- оценку влияния на проект выделенных новых переменных;
- принятие решения о продолжении или прекращении работы над проектом.

Осуществляя процедуру оценки необходимо учитывать ряд основных факторов, к которым относятся финансовые итоги реализации проекта и влияние данного проекта на другие в рамках портфеля НИОКР.

Выбирая проект для реализации его хозяйственный субъект на первом этапе должен дать ответ на вопрос: должны ли мы это внедрять и, наконец, почему надо делать это именно таким образом?

Какие бы утонченные способы оценки проектов ни применялись хозяйствующим субъектом, в конце концов, решение должен принимать ее руководитель. Он должен очень чутко чувствовать баланс между стабильностью, которую гарантирует доведение до совершенства традиционного управления традиционной технологией, и усилиями по внедрению новейшей технологии. Принимая окончательное решение, руководитель должен избегать типичных заблуждений. На практике их

выделяют шесть.

Первое и самое распространённое заблуждение – это то, что при выборе проекта оценщики исходят из его привлекательности и грандиозных возможностей, которые он сулит.

На самом деле необходимо отталкиваться от того, в какой степени от будет удовлетворять требованиям потребителей.

Второе заблуждение касается того, что при выборе нового проекта необходимо исходить из оценки теоретической рациональности и целесообразности его внедрения.

На самом деле необходимо учитывать основное влияние современной практики и прошлого опыта.

Третье заблуждение. Все без исключения улучшения и нововведения, в конечном счете, будут восприняты, внедрены и переняты.

На самом деле необходимо осознавать, то что большая часть из них не окончится и не обязана окончиться успехом.

Если руководитель станет все время говорить нововведениям «нет», то в большинстве случаев он окажется прав, но достаточно нескольких ошибок, чтобы хозяйствующий субъект обанкротился.

Четвертое заблуждение касается того, что все научно-технические проекты обладают самостоятельной ценностью.

Однако только потребитель определяет их настоящую значимость.

Заблуждение *пятое*. Выигрывают принципиально новые технологии.

На самом деле *новое* не всегда значит *лучшее*.

Заблуждение *шестое*. Возможности использования новой технологии определяют ее успешное внедрение.

На самом деле главным условием часто выступает инфраструктура, необходимая для ее внедрения.

Цели хозяйствующего субъекта, ее стратегия, политика и ценности, маркетинг, НИОКР, финансы и производство являются главными категориями, которые обязан принять во внимание руководитель при оценке и отборе

научных проектов.

В НИОКР следует говорить о едином процессе технико–экономического проектирования.

Слаженность проекта со стратегией НИОКР гарантируется с помощью отбора проектов с учетом сбалансированности портфеля НИОКР, сформированного в интересах достижения целей хозяйствующего субъекта. Технический результат любого проекта есть достижение проектных технических характеристик в рамках выделенных финансовых ресурсов и в требуемые сроки. В случае если имеются какие-либо колебания относительно определенного аспекта проекта, то обычным решением является разработка параллельных подходов. Как правило на этапе представления проектных предложений на экспертизу вероятность того, что будет получено, по крайней мере, одно приемлемое решение, достаточно велика.

Более значимыми являются оценки стоимости проекта и сроков его реализации и окупаемости. Эти показатели выступают в качестве меры объема научно–технических ресурсов, вовлекаемых в проект, и длительности их использования. Эти ресурсы подразделяются на общие и частные. К общим ресурсам относят финансовые средства хозяйствующего субъекта, а к частным специалистов высшей квалификации, площади, производственные рабочие, лабораторное оборудование, производственные мощности, информационное обеспечение и т.д. Поэтому считается что, значимо не только наличие общего ресурса, но и необходимость в частных ресурсах, и их присутствие у хозяйствующего субъекта.

Нехватка того или иного определенного ресурса может стать главным условием в процессе выбора проекта. SWOT-анализ, выполненный хозяйствующим субъектом, представит ему информацию о главных отличительных преимуществах, которые необходимо применять в разработке, чтобы сделать ее конкурентоспособной. К их числу могут относиться и частные виды ресурсов, к распределению которых между проектами следует подойти с особым вниманием. Необходимо кроме того использовать в качестве аспекта

принятия решения степень влияния проекта на будущие разработки, например, следующее соображение: сформирует ли этот проект основу для будущих разработок (в технологии, научном знании, методике решения конкретных задач, стандартизации и т.д.). Это будет заинтересовывать возможные будущие синергетические результаты.

Однако внедрение результатов НИОКР в производство редко проходит без осложнений. Практика позволяет классифицировать возникающие трудности две группы:

- осложнения, связанные с производственными мощностями для нового продукта;

- осложнения производства проекта с затратами, которые формируют себестоимость производства и гарантируют получение необходимой прибыли.

Приостановление из-за обнаруживающихся проблем приобретения нового оборудования, набора или подготовки персонала, проблем инженерного обслуживания непосредственно влияют на финансовое состояние и должны учитываться при оценке проекта. Оценивая проект, важно выделить те его характеристики, которые могут вызвать определенные проблемы у хозяйствующего субъекта.

Окончательные издержки производства зависят от цен на материалы и комплектующие изделия, применяемых технологических процессов, капитальных вложений и организации производства. Эти издержки определяются и объемом продаж.

Можно выделить ряд главных производственных условий, которые обеспечивают успех реализации научно-технического проекта. К ним относятся:

- технология, соответствующая типу производства;
- настоящий и будущий баланс производственных мощностей;
- рыночная обеспеченность уникальными материалами и комплектующими изделиями;
- доступность всех видов частных ресурсов;

- гибкость производства, его способность «воспринять» новые изделия и выпускать их с издержками, обеспечивающими конкурентоспособную цену;
- степень использования существующей технологии и оборудования.

4 Специфичность задач, стоящих перед разработчиками авиационной техники

4.1 Повышение эффективности авиационной техники за счет внедрения конструктивных и технологических усовершенствований

Важным признаком аэродинамического совершенства ВС считается роль наибольшего аэродинамического качества на крейсерском режиме полета (в спектре $M = 0,8-0,82$). Данное добивается из-за аэродинамических профилей крыльев, которые обеспечивают суперкритическое обтекание при уменьшении индуктивного и волнового сопротивления. На современных дальнемагистральных ВС Ил-96, А-340 приобретено аэродинамическое качество около $K=20$. Обеспечение последующего увеличения аэродинамического качества до $K=25$ для современных ВС сопряжено с потребностью уменьшения сопротивления трения, что требует предоставления ламиниризации обтекания профиля крыла за счет обеспечения высокого качества его изготовления, применения специальных профилей и покрытий. Расчетами и опытными разработками, а также летными испытаниями, была показана возможность обеспечения ламинарного обтекания и для ВС нового поколения. Данный способ повышения технического уровня авиационной техники можно рассматривать как один из главных. Для решения данной задачи необходимо опираться и на новейшие разработки в создании ВС схемы «летающее крыло» большой пассажироместимости. Однозначно, их производство потребует иных подходов при решении вопросов технологичности.

Намечается тенденция развития так называемая, деловая авиация, или служебного назначения, предназначенная для перевозки спецрейсами небольших групп пассажиров (от 5 до 12 человек). Такими представителями являются самолеты типа М-101Т «Гжель», Т- 507 «Скворец» и др. Стремление сделать ее дешевой и простой в эксплуатации также выдвинет в производстве

на первый план вопросы технологичности.

Развитие производства широкофюзеляжных ВС в последние годы связано с решением задач высокой технологичности крупногабаритных деталей, выполняемых монолитными. Рост их грузоподъемности идет согласно геометрической прогрессии с коэффициентом от 1,5 до 2,0, что демонстрируют самолеты фирм «Антонов»: Ан-74Т (10 т), Ан-12 (20 т), Ан-70Т (30 т), Ан-22 (60 т), Ан-124 (120 т) и «Ильюшин»: Ил-476Т (Ил-76МД-90А) (40 т). Следовательно, растут размеры поперечного сечения фюзеляжа и крыла, без повышения монолитности силовых конструкций которых создать экономичный ВС невозможно.

Одним из важнейших видов авиационного транспорта являются вертолеты. Их развитие в будущем за счет роста грузоподъемности и скорости полета привело к необходимости совершенствования аэродинамических характеристик, поиска конструктивных решений по активному управлению обтеканием корпуса вертолета. При сегодняшней максимальной грузоподъемности 20 т у вертолета Ми-26 возможности основной классической схемы с механическим приводом несущего винта (НВ) практически исчерпаны для роста грузоподъемности. Так, ОКБ им. Н.И. Камова разработан вертолет с реактивным приводом НВ с грузоподъемностью 25 т, а ОКБ им. М.Л. Миля — вертолет трехвинтовой схемы грузоподъемностью до 60 т.

Конструктивные решения по созданию новых ЛА вертикального или с короткой взлетной (от 40 до 60 м) дистанцией будут продолжены. А это будет связано с взаимодействием воздушных и газовых струй с несущими и управляющими поверхностями, что потребует рассмотрения целого комплекса новых технических решений, не исключая и проблемы технологичности. Современное развитие космонавтики и средств обеспечения заатмосферных полетов уже в ближайшие несколько лет приведет к разработке нового класса авиационного транспорта для вывода грузов на орбиту. Этого требуют и обеспечение обороноспособности страны, и развитие системно-аэрокосмических методов сбалансированного природопользования, и

международное сотрудничество в интересах научно–технического прогресса, контроля окружающей среды с целью предохранения ее от разрушения и решения других глобальных проблем человечества.

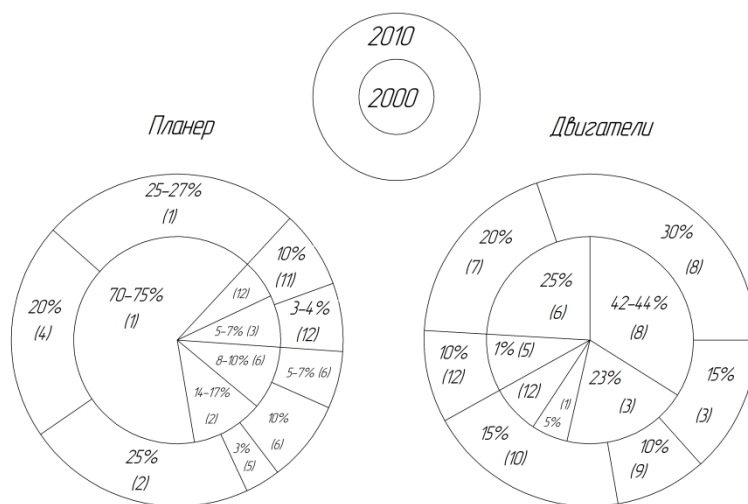
4.2 Повышение эффективности авиационной техники за счет внедрения новых материалов

Сложность условий эксплуатации: полеты на около- и сверхзвуковых скоростях, связанные с преодолением «скачков уплотнения» и постоянным изменением аэродинамического характера внешних силовых воздействий, многократно повторяемыми пиковыми нагрузками, форсированными режимами полетов во всепогодных и всеклиматических условиях при резких перепадах температур с обеспечением безопасности полетов, требует нового подхода при проектировании к выбору материала конструкций. Особенно важно учитывать эти особенности при проектировании гражданской авиации, когда первостепенное значение имеют увеличение ресурса и себестоимость, безопасность полетов и комфортность, простота обслуживания и снижение воздействия на окружающую среду. В современных условиях выбор материала объектов авиационной техники основывается на понятии интегрированного качества материалов. Интегрированное качество авиационных материалов определяется параметрами, важнейшими из которых являются весовая эффективность, надежность, контролеспособность и др.

Весовая эффективность определяется преимущественно характеристиками прочности и жесткости, удельной прочности, акустической прочности для ВС военно-воздушных сил (ВВС) и космических кораблей (КК) и др.

Характеристики надежности материала: выносливость и сопротивление малоцикловой усталости (МЦУ); скорость роста трещины усталости (СРТУ), статическая и циклическая трещиностойкость; сопротивление коррозионному растрескиванию (КР), расслаивающей коррозии

и другим видам коррозии; совместимость с другими материалами и др., позволяют оценить ресурс и долговечность ЛА. Требование повышения летно-технических характеристик сверхзвуковых ВС, высокий уровень нагрузок конструкций в значительном диапазоне знакопеременных воздействующих напряжений потребовали разработки и использования самых современных высокоэффективных конструкционных материалов. Эту тенденцию развития за двадцатилетие в перспективе до 2020 г. показывают статистические данные, представленные диаграммой на рисунке 4.1.



1 — традиционные алюминиевые сплавы; 2 — полимерные композиционные материалы; 3 — титановые сплавы; 4 — алюминий-литиевые сплавы; 5 — магниевые сплавы; 6 — стали; 7 — теплопрочная сталь; 8 — жаропрочные сплавы; 9 — пожаробезопасный титан; 10 — интерметаллидные материалы, КМ; 11 — материалы с обратной связью; 12 — другие материалы

Рисунок 4.1 — Состояние и перспективы использования материалов в авиастроении

Являясь катализатором научно-технического прогресса как в области фундаментальных (аэродинамика, газодинамика, физика твердого тела, механика и т.д.), так и прикладных наук (материаловедение, двигателе- и приборостроение, авионика и др.), авиационно-космическая техника базируется на новейших достижениях науки и техники, в том числе при выборе материала конструкции:

- применение алюминиево–литиевых сплавов, использующих в качестве легирующего элемента литий (массовая плотность 534 кг/м^3), обеспечивает снижение массы конструкций при повышении удельной прочности и жесткости за счет повышенного от 5 % до 8 % модуля упругости.

Их расширение до 20 % поддержит долю алюминиевых сплавов в качестве основных авиационных материалов;

- расширение в перспективе практически в два раза применения полимерных композиционных материалов (ПКМ) позволит наряду с повышением весовой эффективности решить проблемы ресурса при статических и динамических нагрузках. Опыт производства из них деталей и агрегатов является гарантией дальнейшего развития конструкторско-технологических разработок этого направления; в целях повышения ресурсных и теплофизических характеристик, модуля упругости и других свойств, решается задача разработки новых композиционных материалов (КМ) на основе алюминиевых и титановых сплавов с использованием наполнителей: SiC, Al₂O₃, интерметаллиды и др. Сплавы алюминия, упрочненные порошком карбида кремния SiC, имеют прочность от 650 до 700 МПа и повышенный модуль упругости $E = 130\text{--}140 \text{ ГПа}$, т.е. в два раза выше, чем у матричного сплава при росте массовой плотности всего на три процента. Легкие жаропрочные сплавы на основе химических соединений титана с алюминием — алюминиды (Ti₃Al, TiAl, TiAl₃) по высокотемпературной прочности сравнимы с жаропрочными никелевыми сплавами при значительно меньшей плотности;

- перспективным направлением является создание материалов и конструкций, решающих задачи борьбы с шумом при заданной несущей способности и минимальном увеличении массы. Такие материалы необходимы не только для применения в двигателестроении;

- с позиций обеспечения безопасности полетов пассажирских ВС необходимы материалы с повышенной долговечностью. К таким относятся металлоорганопластики — Алора. В конструкциях из алора трещина достигнет

своего критического значения при числе полетов ЛА в пять раз большем по сравнению с традиционными материалами и т.д.

Работа по созданию и применению в конструкциях ЛА новых материалов не отделимы от *проблем экономичности и технологичности*. Изготовление из них деталей и узлов не должно приводить к повсеместному переоборудованию производственной системы предприятий. Таким образом, перед конструкторами и технологами, создающими многообразие авиационно–космической техники, стоят сложные задачи по реализации все возрастающих к ней требований в области аэродинамики, конструкции и, конечно, производства.

4.3 Общие требования по технологичности к проектируемым конструкциям

Основными условиями, определяющими требования к обеспечению технологичности конструкций любого изделия (ТКИ) являются:

- вид изделия;
- конструктивная сложность изделия;
- новизна конструкции;
- характеристика исходных материалов;
- стадия разработки.

Вид изделия определяет исходные конструктивные и технологические признаки, обуславливающие основные требования к обеспечению ТКИ; способ изготовления или сборки изделия, группирование по общим конструктивным признакам, условия комплектации изделия, полноту и завершенность конструктивного исполнения, тип производства.

По составу и структуре «изделия» могут представлять деталь, сборочные единицы, комплексы и комплекты, общие требования по технологичности к которым, безусловно, будут различными.

Конструктивная сложность изделия существенно влияет на его ресурсоемкость и учитывается при расчетах трудоемкости проектирования по данным аналога. Сложность конструкции часто выражают числом образующих изделие составных частей или конструктивных элементов и характеризуют коэффициентом конструктивной сложности (k_{cl}), вычисляют по формуле

$$k_{cl} = N/N_a, \quad (4.1)$$

где N , N_a — число составных частей (элементов) соответственно разрабатываемого образца и аналога.

Если N_a соответствует предельно допустимому числу составных частей (элементов), то $0 < k_{cl} < 1$.

Новизна конструкции изделия, что является важным требованием к разрабатываемым обучающимися ВКР, по научно–исследовательской тематике, определяет конструктивные признаки, обуславливающие требования к обеспечению преемственности конструкции. Это обязательно повлияет в условиях производства на выбор рационального состава стадий и этапов технологической подготовки производства.

Являясь абсолютной характеристикой изделия, новизна его конструкции может быть также выражена относительным показателем (k_H), вычисляют по формуле

$$k_H = N_H/N, \quad (4.2)$$

где N_H — число новых составных частей (элементов) в исполнении разрабатываемого образца, $0 < k_H < 1$.

Повысить эффективность разработки изготовления при повышенных значениях k_H возможно при расширении унификации входящих в изделие

элементов конструкции, типизации структурных компонок, группового проектирования и т.п.

Характеристика исходных материалов, выбираемых для изготовления изделия, о чем подчеркивается в п. 1.2, является определяющей к обеспечению технологической рациональности и преемственности конструктивных элементов изделия. Хотя требование уменьшения в конструкции ЛА номенклатуры материалов является одним из важнейших, все же исключать возможность выбора материала, позволяющего применять рациональные технологические методы и высокопроизводительные средства технологического оснащения процессов изготовления, применения прогрессивных технологических процессов и операций, нельзя.

Выделяют *семь общих требований*, которые необходимо выполнить при проектировании конструкций ВС и вертолетов для обеспечения экономичности и технологичности. К ним относятся:

1. Простота форм поверхностей агрегатов. Поверхности двойной кривизны стремиться заменять поверхностями одинарной кривизны (для крыльев, оперения), круглыми цилиндрическими поверхностями (средняя часть фюзеляжа пассажирского ВС) и круглыми коническими поверхностями (хвостовая часть фюзеляжа) [7]. При этом упрощается работа по расчерчиванию плазов, расширяется степень унификации и типизации конструкции, снижается трудоемкость проектирования и изготовления технологической и контрольной оснастки, уменьшается номенклатура потребного специального оборудования. В случаях невозможности выполнения приводимых рекомендаций по соображениям аэродинамики или компоновки, поверхности двойной кривизны необходимо задавать математически.

2. Рациональное конструктивно–технологическое членение планера, т.е. разбивка конструкции на агрегаты, секции, панели, узлы, позволяющая расширить механизацию и автоматизацию технологических процессов, но не приводящая к повышению массы ЛА за счет роста числа стыковых соединений. При этом должна быть соблюдена функциональная независимость и

конструктивная законченность сборочных единиц.

3. Ограничение количества применяемых марок и сортамента материалов, что позволит снизить объем работ по освоению процессов обработки и сборки, по проектированию технологических процессов, упростит организацию серийного производства и его материально–технического обеспечения, обслуживание рабочих мест. Необходимо максимально использовать материалы с высокими технологическими свойствами (штампруемость, способность к пластическому деформированию, свариваемость, обрабатываемость резанием и давлением и др.). При этом появляется возможность интенсифицировать процессы обработки и сборки, снизить трудоемкость изготовления ЛА.

4. Использование модульного принципа создания новых изделий из унифицированных узлов и агрегатов, обладающих функциональной взаимозаменяемостью с расширением применения унифицированных, нормализованных и стандартизованных деталей. Такие элементы конструкции можно производить на специализированных предприятиях, обеспечивающих высокомеханизированные и автоматизированные процессы изготовления с высоким качеством при снижении себестоимости.

5. Максимальная конструктивная преемственность, то есть использование при проектировании новых конструкций ЛА деталей, узлов и агрегатов, применявшихся или применяемых в ранее созданных изделиях, показавших высокую работоспособность. Такая преемственность конструкций позволяет сократить затраты на конструкторскую и технологическую подготовку производства, повышает качество их изготовления и технико- экономические показатели при освоении и серийном производстве.

6. Максимальное соответствие конструктивного оформления деталей и подборок требованиям прогрессивных технологических процессов их изготовления и сборки, наличие подходов для механизированной и автоматизированной обработки и выполнения соединений, назначение рациональных значений по точности изготовления и взаимозаменяемости,

чистоте обработки поверхностей и др. Снижение на один класс точности и допустимой шероховатости позволяет примерно вдвое уменьшить затраты на механическую обработку.

Применение технологических компенсаторов для снижения требований точности увязки сопрягаемых элементов конструкции и обеспечения возможности сборки без подгоночных работ повысит технико–экономические показатели серийного производства, в том числе цикл освоения изделия при запуске.

7. Ориентация конструкций на определенный метод сборки, обеспечивающий заданные показатели качества при относительном повышении технико–экономических показателей. Конструктор при проектировании сборочных единиц должен приспособлять их к оптимальному методу сборки, широко использовать базирование по координатно–фиксирующим и базовым отверстиям (КФО, БО), возможности автоматизации сборки и т.д.

Основной положительный эффект, для создания которого предназначено проектируемое ВС, во многих случаях поддается количественной оценке, представляющей собой «продукцию» за определенный период времени.

Создание и эксплуатация любого ВС влекут за собой отрицательный и притом неизбежный эффект в виде затрат овеществленного и живого труда за тот же период, все многообразие которого можно выразить одним показателем — расходами B , выраженными, например, затратами, приходящимися на один год ($p./год$). Чтобы алгебраически сложить эти два эффекта, нужно положительный эффект A тоже выразить в ($p./год$). Это возможно, если для единицы годовой продукции N ($(т·км)/год$) имеется денежный a ($p./(т·км)$). Таким эквивалентом для транспортного ВС является средний тариф перевозки одного ($т·км$). Тогда положительный эффект $A=N_a$ ($p./год$) и критерий (K), вычисляют по формуле

$$K = A - B. \quad (4.3)$$

Таким образом, при проектировании транспортного ВС критерием становится величина (K), вычисляют по формуле

$$K = A - B = N_a - B = P. \quad (4.4)$$

Итог — годовая прибыль.

Кроме двух основных эффектов A и B , в общий критерий включаются и другие эффекты с их знаками, если эти эффекты поддаются оценке в ($p./год$).

Одним из таких дополнительных эффектов, который имеет место в случае любого капиталовложения, является влияние этого вложения на остальное народное хозяйство. Ежегодная сумма всех капиталовложений страны определяется сбалансированным ее бюджетом, и вложение D рублей на постройку данного объекта лишает этой суммы остальное народное хозяйство. Таким образом, это единовременное капиталовложение в D рублей приводит к ежегодным потерям в остальном народном хозяйстве суммы $(p_{cp} \cdot D)$ ($p./год$), где p_{cp} — средняя рентабельность на один рубль вложений всего народного хозяйства или той отрасли, из которой сумма берется. С государственной точки зрения величина $(p_{cp} \cdot D)$ должна входить в виде дополнительного отрицательного члена, критерий оценки проекта (K), вычисляют по формуле

$$K = P - (p_{cp} \cdot D) = A - B - (p_{cp} \cdot D) = N_a - B - (p_{cp} \cdot D). \quad (4.5)$$

Таким образом, стоимость изготовления проектируемого ВС войдет в его критерий дважды: в сумму расходов B войдут расходы на износ материальной части (или как амортизационные отчисления) и, кроме того, в виде потерь $(p_{cp} \cdot D)$ в народном хозяйстве страны. Это необходимо учитывать при сравнении вариантов ВС.

Пример. Имеется два варианта проекта воздушной линии с одинаковым годовым объемом перевозок N ($(т \cdot км)/год$) и с одинаковой годовой прибылью

P ($p./год$), но второй вариант требует большего капиталовложения. Это может случиться, если, например, более дорогая материальная часть во втором варианте имеет и больший срок службы t и как раз настолько, что амортизационные отчисления и все расходы B и прибыль P останутся такими же, как и в первом варианте. Судя по прибыли P , оба варианта равноценны. На самом же деле первый вариант лучше второго, потому что дает еще экономию в капиталовложении, что и отражает критерий $K = P - (p_{cp} \cdot D)$.

Величину $(p_{cp} \cdot D)$ ($p./год$) иногда называют «строительными расходами».

Для приведения в действие построенного предприятия необходимо еще единовременно вложить в него оборотные средства. Эти средства следует прибавить к стоимости постройки и принять, что сумма D содержит в себе и оборотные средства, тогда величину $(p_{cp} \cdot D)$ можно назвать «строительно-пусковыми расходами».

При выборе рационального варианта проекта по максимуму критерия K должны быть еще соблюдены условия, предписываемые планом, в соответствии с которым проектируется данный объект.

Таковыми условиями являются капиталовложение D , отпускаемое на постройку и пуск этих объектов, и их суммарная годовая продукция N .

Могут быть два частных случая:

1. $D = \text{const}$ и N_{\max} ;
2. $N = \text{const}$ и D_{\min} .

Рассмотрим более подробно случай общего критерия, когда проектируется не все транспортное предприятие, а только один элемент его — новое ВС для существующей воздушной линии. Критерием для оценки вариантов самолетного парка будет служить выражение для (K), вычисляют по формуле

$$K = P - (p_{cp} \cdot D) = N_a - B - (p_{cp} \cdot D). \quad (4.6)$$

Но из суммы B и D можно отбросить постоянные их части, независимые от изменения ВС; тогда под B нужно теперь подразумевать годовые расходы, зависящие от ВС, а под D — стоимость всего самолетного парка на линии.

Рассмотрим *первый частный случай*, когда на весь самолетный парк на линии отпущена неизменная сумма капиталовложений $D = \text{const}$. Тогда постоянный член $(p_{cp} \cdot D)$ из критерия можно отбросить и критерием может служить годовая прибыль — $P = N_a \cdot B$, т.е. критерий оценки проекта (K), вычисляют по формуле

$$K = P_{D=\text{const}} = P_{1n}, \quad (4.7)$$

где $P_{1n} = N_{1a} - B_1$ — годовая прибыль, приходящаяся на одно ВС, р.;

n — число ВС на линии, вычисляют по формуле

$$n = D/D_1, \quad (4.8)$$

где D_1 — стоимость одного ВС.

Критерий оценки проекта (K), вычисляют по формуле

$$K = (P_1/D_1) \cdot D. \quad (4.9)$$

Так как $D = \text{const}$, т.е. рентабельность на один рубль вложений, то в качестве критерия принимают (K), вычисляют по формуле

$$K = P = (P_1/D_1) = (N_1 \cdot a - B_1)/D_1. \quad (4.10)$$

Эту величину экономисты и предлагают принять как коэффициент эффективности капиталовложений в новую технику. Индексы «1» можно отбросить, считать величины N , B и D на одно ВС или на весь парк.

Второй частный случай получим, если для линии задан постоянный годовой объем перевозок. В этом случае в нашем выражении критерия первый член будет $N_a = \text{const}$ и его можно отбросить. Критерий станет отрицательным (K), вычисляют по формуле

$$K = B' = B + (p_{cp} \cdot D). \quad (4.11)$$

Критерием становятся годовые расходы B' , в которых расходы на линии B сложены со «строительно–пусковыми» расходами $(p_{cp} \cdot D)$. Критерий (B'), вычисляют по формуле

$$B' = (B'_1 / N_1) \cdot N. \quad (4.12)$$

А т.к. $N = \text{const}$, то критерием может служить отношение (B'), вычисляют по формуле

$$B' = (B'_1 / N_1) = B' / N. \quad (4.13)$$

Здесь индексы «1» отброшены по тем же соображениям, как и в первом примере. Величина B' есть себестоимость единицы продукции и этим показателем тоже часто пользуются для оценки эффективности — предприятия или ВС. Следует только помнить, что для более полной оценки в расходы B' следует включить и «строительно–пусковые расходы» $(p_{cp} \cdot D)$.

Из этих двух примеров видно, что критерии, имеющие вид отношений $P = (P/D)$ и $B' = B'/N$, вполне правильны при оценке того или иного ВС, если для комплекса, состоящего из таких ВС, отпущена неизменная сумма $D = \text{const}$ (критерий P) или предписан неизменный годовой объем продукции $N = \text{const}$ (критерий B').

Следует иметь в виду, что не всегда основной положительный эффект

можно оценить в тех же единицах, что и отрицательный; в этом случае, приводя к равным условиям $N = \text{const}$, критерий получим в виде «себестоимости единицы продукции», и выбранный вариант будет наилучшим только при этом частном условии, рисунок 4.2.

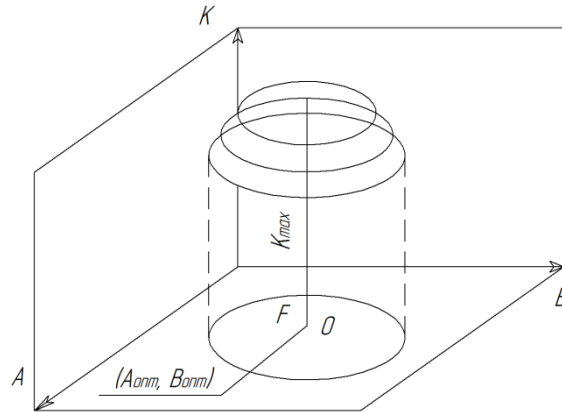


Рисунок 4.2 — Область решений, близких к оптимальному

Некоторые свойства вообще не поддаются включению в общий критерий, например, политическое значение проектируемого объекта, оборонное значение невоенного объекта, экономия или расходование «бесплатных» природных ресурсов, комфорт, эстетические качества и др. В этом случае нет основания отказываться от оценки проекта по общему критерию, но следует «сдвигать» выбор от оптимального по критерию варианта в сторону лучшего обеспечения, не включенного в критерий свойства. Такой выбор неизбежно будет субъективным и менее точным. Если, например, производится исследование влияния плавно изменяющихся величин A и B на критерий, принятый для оценки объекта, рисунок 4.2, то вокруг оптимальных значений параметров (точки O) существует довольно обширная зона F , в которой критерий K мало отличается от своего экстремального значения. Если в критерий K не удалось включить некоторые существенные свойства, то при окончательном выборе величин A и B выгодно отодвинуться от точки O в ту область зоны F , где значения неучтенных свойств объекта более благоприятны. Отход от оптимума в ту или иную сторону диктуют также соображения о предполагаемых будущих модификациях объекта.

При проектировании более мелких частей и деталей критерием может служить приращение общего критерия от наличия данной части или детали и будет представлять собой функцию только свойств детали.

Предположим, например, что критерий K — функция n переменных свойств объекта

$$K = f(A, B, C \dots N). \quad (4.14)$$

А какая-то часть конструкции влияет только на l из этих свойств, т.е. на свойства $A, B, C \dots L$.

Составим полный дифференциал от критерия K по l переменным и от дифференциалов перейдем к конечным приращениям

$$dK = \frac{\partial K}{\partial A} dA + \frac{\partial K}{\partial B} dB + \frac{\partial K}{\partial C} dC + \dots + \frac{\partial K}{\partial L} dL, \quad (4.15)$$

$$\Delta K = \frac{\partial K}{\partial A} \Delta A + \frac{\partial K}{\partial B} \Delta B + \frac{\partial K}{\partial C} \Delta C + \dots + \frac{\partial K}{\partial L} \Delta L. \quad (4.16)$$

Величину ΔK можно использовать в данном случае в качестве критерия для небольших деталей. Здесь частные производные становятся постоянными коэффициентами, а $\Delta A, \Delta B, \Delta C \dots \Delta L$ — изменением свойств объекта от присутствия данной детали.

У ВС, например, любая деталь выполняет свою функцию и, кроме того, имеет вес ΔG и стоимость ΔD . Если сравнивать варианты детали, которые одинаково хорошо выполняют свое назначение (имеют одинаковые «функциональные качества»), то в качестве критерия остается двучлен (dK), вычисляют по формуле

$$dK = \frac{\partial K}{\partial G} \Delta G + \frac{\partial K}{\partial D} \Delta D. \quad (4.17)$$

Если каждый конструктор будет располагать подобным многочленным критерием для выбора наилучшего варианта детали, то усилия всего коллектива конструкторов будут направлены для получения наилучшего варианта проекта.

4.4 Стоимость и продолжительность разработки воздушного судна

Когда в конце 40-х-начале 50-х годов на вооружение были приняты околосвуковые ВС и были испытаны в полете первые сверхзвуковые ВС, стало ясно, что улучшение характеристик новых ВС связано с увеличением их полезной нагрузки, габаритов и массы, таблица 4.1, усложнением их конструкции и оборудования. Это привело к такому росту стоимости разработки и эксплуатации ВС, которая поставила под сомнение целесообразность самостоятельной разработки ВС и содержания большого воздушного флота для стран со средним экономическим потенциалом. Именно сознание того, что стоимость наиболее современных ВС начинает выходить за пределы финансовых возможностей большинства стран, легло в основу концепции легкого и дешевого сверхзвукового ВС. Первым ВС, спроектированным с учетом этих соображений, был F-5 фирмы «Нортроп». Эта фирма в 1954 г. провела исследование стоимости разработки, строительства и эксплуатации американских истребителей так называемой 100-й серии с целью определения составляющих затрат, оказывающих наибольшее влияние на стоимость модернизации военно-воздушного флота. Для облегчения анализа издержки были разделены *на три группы*, охватывающие:

- затраты на научные и опытно–конструкторские исследования, связанные с разработкой и производством опытного экземпляра, его летными испытаниями и доработкой перед началом серийного производства;
- затраты на подготовку серийного производства и изготовление ВС;

- затраты на эксплуатацию, обслуживание и ремонт.

Анализ результатов исследования показал, что *затраты третьей группы* всегда выше других; одновременно они пропорциональны степени сложности конструкции и оборудования, таблица 4.1. Дополнительные исследования потенциальных потребностей военной и гражданской авиации привели к концепции многоцелевого ВС, который при уменьшенных габаритах и массе с максимально простой конструкцией (и следовательно, простыми эксплуатацией и обслуживанием) сохранял бы характеристики, соответствующие требованиям, предъявляемым к ВС данного класса. В результате такого подхода F-5 стал наиболее дешевым западным сверхзвуковым ВС, как в отношении цены, так и с точки зрения стоимости эксплуатации. Подобная цель ставилась также фирмой «Дассо», которая благодаря модификации ВС «Мираж»-ШЕ смогла разработать менее сложный самолет «Мираж»-5.

Таблица 4.1 — Тенденции изменения габаритов и массы сверхзвуковых ВС с течением времени

Размах крыла, м (тип и год)	Длина, м	Высота, м	Площадь несущей поверхности, м ²	Масса ВС, кг	
				собственная	взлетная
6,50 (S.E. 212, 1956г) г.) 6,66 («Жерфо» II) 6,86 («Тридан» II)		3,13 («Тридан» II, 1953 г.)		2625 («Тридан» II)	4050 (S.E.212) 5150 («Тридан» II)
8,54 (X-1A, 1946 г.)	10,85 (X-1A)	3,26 (X-1A)	12,10 (X-1A)	3170 (X-1A)	8165 (X-1A)
9,20 (МиГ-19)	13,80 (D-558-II)	3,50 (D-558-II)	16,25 (D-558-II)	6800 (X-3)	9000 (D-558-II)
9,76 (X-2)	21,78 (X-3)	3,80 (X-3)	25,0 (МиГ-19)	8200 (X-2)	13 600 (X-3)
11,58 (F-100D)	23,71 (CF-105)	3,88 (МиГ-19)	35,77 (F-100D)	9520 (F-100D)	15 800 (F-100D)
11,62 (F-102A)	29,49 (B-58A)	4,13 (X-2)	61,45 (F-102A)	1100 («Лайтнинг» F.Мк.3)	19050 «Лайтнинг» F.Мк.3)
12,09 (F-101B)	58,00 (M-50)	4,57 (F-100D)		12680 (F-101B)	20900 (F-101B)
15,24 (CF-105)	65,70 (Ту- 144, 1968)	5,97 («Лайтнинг» F.Мк.3)	143,25 (B-58)	12700 (F-105D)	23 832 (F-105D)
27,00 (M-50)		6,01 (F-105D)	144,0 (CF-105)		175000 (M-50)
32,00 (XB-70A, 1964 г.)		6,48 (CF-105) 9,53 (B-58A) 12,20 (M-50) 12,85 (Ту-144)	200,0 (M-50) 585,02 (XB-70A)	33 650 (B-58A) 108000 (XB-70A)	244200 (XB-70A)

В настоящее время проблема затрат на авиацию является еще более острой, и ее с уверенностью можно считать наиболее существенным фактором, влияющим на дальнейшее развитие самолетостроения. В связи с этим рассмотрим вопросы стоимости несколько более подробно.

Известно, что развитие авиационной техники стимулируется стремлением государства иметь ВС с наилучшими техническими характеристиками. Такие характеристики ВС, особенно сверхзвуковых, могут быть достигнуты лишь в результате поиска и применения новых эффективных аэродинамических и конструктивных решений, усовершенствования двигательных установок, оборудования систем навигации и управления, более эффективного бронирования и вооружения, менее сложного обслуживания и эксплуатации, надежных устройств аэродромного оборудования и т.д. Это ведет к появлению все более сложных конструкций, которые требуют не только выполнения большого объема разработок и исследований, но также тщательной подготовки и проведения технологического процесса изготовления. Первое приводит к возрастанию трудозатрат и издержек на разработку проекта, а второе — к необходимости непрерывной модернизации производственного оборудования и измерительных устройств в промышленности, улучшению технологии и организации производства.

Указанные факторы неизбежно приводят к увеличению продолжительности и стоимости разработки и, в конечном счете, к увеличению цены ВС, стоимостей эксплуатации, обслуживания и ремонта, обучения летного и наземного персонала, строительства аэродромов и создания комплекса вспомогательных служб.

О динамике роста капиталовложений, необходимых для создания ВС, свидетельствует тот факт, что в 1907 г. Орвилл Райт получил от правительства США 25000 у.е. на реализацию своего изобретения. Ожидаемая стоимость разработки проекта и строительства четырех экземпляров сверхзвукового бомбардировщика с крылом изменяемой геометрии В-1 (первый полет был совершен в 1974 г.), должна была составить 1,93 млн. у.е. Фактические затраты

на проект и одно ВС составили 2,7 млрд. у.е. Среди авиационных специалистов распространено мнение, что технологические барьеры в авиационной промышленности в настоящее время уже преодолены, благодаря чему на современном этапе развития авиации возможно строительство ВС с гиперзвуковыми скоростями полета $M = 6-15$. Однако строительство таких ВС в обозримом будущем является маловероятным, поскольку оно связано с резким повышением стоимости разработки, строительства и эксплуатации таких ВС.

В таблице 4.2 представлены некоторые данные по стоимости самолетов, их следует считать лишь ориентировочными, поскольку данные такого рода представляют обычно либо государственную, либо коммерческую тайну.

Таблица 4.2 — Стоимость разработки сверхзвукового ВС

Тип ВС	Плановая стоимость	Действительная стоимость
В-58		1962 г. – проект и 116 ВС - 2300 млн. у.е.
TSR.2	1957 г. – проект и 3 ВС - 40 млн. у.е. 1960 г. – проект и 11 ВС - 90 млн. у.е.	1964 г. – проект и 1 ВС - 350 млн. у.е.
ХВ-70	1958 г. – проект и 62 ВС - 3300 млн. у.е.	1966 г. – проект и 2 ВС 1300 млн. у.е..
«Ягуар»	1965 г. – проект и 10 ВС - 50 млн. у.е.	1972 г. – проект и 7 ВС - 300 млн. у.е.
«Конкорд»	1960 г. – проект и 2 ВС 1500 млн. у.е.	1974 г. – проект и 4 ВС - 3000 млн. у.е.
В-1	1970 г. – проект и 3 ВС - 1351 млн. у.е. 1975 г. – проект и 4 ВС - 1930 млн. у.е.	1974 г. – проект и 1 ВС - 2700 млн. у.е.

Часто действительные затраты определить затруднительно, поскольку финансирование научно–исследовательских, опытно–конструкторских и производственных работ обычно ведется по различным каналам. Тем не менее, можно считать, что приведенные данные верно отражают общую тенденцию и с этой точки зрения имеют познавательное значение.

Анализ составляющих стоимости, определяющих цену ВС, обычно ведется по отдельности для трех этапов создания ВС. Таким образом, затраты можно разделить на три группы.

К первой группе относят затраты, связанные с разработкой нового ВС, т.е. стоимость исследовательских, проектных и опытных работ и соответствующего оборудования, стоимость строительства опытных экземпляров для проведения прочностных и летных испытаний.

Ко второй группе относятся расходы на подготовку серийного производства, т.е. затраты на создание новой технологии, проектирование и изготовление оснастки, разработку технологической документации, модернизацию производственного оборудования.

Третья группа охватывает затраты, связанные с материально-техническим снабжением (затраты на материалы, сырье и покупные изделия — двигатели, оборудование и вооружение). К этой группе также относятся издержки на исследования новых материалов и рабочую силу.

Затраты первой группы не зависят от масштабов производства, т.е. от того, будет построен только один опытный образец или несколько тысяч ВС. Естественно, что после запуска ВС в серийное производство эти издержки распределяются равномерно на все построенные ВС, благодаря чему в условиях крупносерийного производства цена ВС всегда меньше. Из данных таблицы 4.2. следует, что действительные затраты на разработку указанных в ней ВС разительно отличаются от запланированных.

К причинам возникновения этих расхождений могут быть отнесены:

- изменения конструкции ВС в период проектирования и строительства опытного экземпляра в связи с требованиями, выдвигаемыми заказчиком и ожидаемыми будущими покупателями, имеющими собственные идеи использования ВС;

- удлинение периода постройки и расширение исследовательских работ, оказавшихся необходимыми для достижения требуемых характеристик ВС;

- предварительное занижение сметной стоимости в процессе поиска заказчика;

- возрастание издержек на материалы и рабочую силу.

В случае серийного производства значительный рост цены ВС по сравнению с запланированной связан также с модернизацией машинного парка и организацией производства, изменением технологии во время изготовления опытного образца, принятием неотработанной технологии и т.п.

Таблица 4.3 — Затраты на разработку некоторых сверхзвуковых ВС

Вид ВС	Год облета	Тип ВС (фирма)	Максимальная скорость, км/ч	Масса пустого ВС, кг	Опытный образец		
					Продолжительность разработки, лет	Трудозатраты, чел.-ч	Удельные трудозатраты чел.-ч /1 кг
Истребители	1940	P-51D («Норт Америкен»)	713	3235	1	154000	48
	1947	F-86D («Норт Америкен»)	1140	5650	1	1 700 000	301
	1953	F-100A («Норт Америкен»)	1390	9525	5	4 800 000	504
	1954	F-104D («Локхид»)	2330	6387	2		
	1955	«Дракен» («СААВ-Скания»)	2100	7300	5		
	1956	«Мираж» III («Дассо»)	2220	5900	4		
	1958	F-48B («Макдоннелл»)	2500	12808	6		
	1959	F-5A («Нортроп»)	1487	3667	5		
	1964	F-111A («Дженерал дайнемикс»)	2336	20945	4		
	1966		2336	8100	3		
	1967	«Мираж» F-1E («Дассо»)	2120	10000	6	7 600 000	760
	1968	«Вигген» («СААВ-Скания»)	1593	7000	5		
	1970	«Ягуар» (SEPECAT)	2485	17010	4		
	1972	F-14A («Грумман»)	2655	12245	5		
1974	F-15A («Макдоннелл») «Торнадо» («Панавиа»)	2125	10430	6			
Бомбардировщики	1942	B-29 («Боинг»)	574	33790	2	2 700 000	80
	1947	B-47E («Боинг»)	975	36600	3	3 500 000	96
	1956	B-58A («Конвэр»)	2228	33650	8	9 340 000	278
	1974	B-1 («Рокуэлл»)	2125	73000	6		

Продолжение таблица 4.3

Серийные ВС				
Период освоения серийного производства, лет	Количество выпущенных ВС (период выпуска)	Цена ВС, тыс. у.е. по годам	Удельная цена, долл./ кг	Примечание
1	14819 (1941–1945)	60 (1944)	18,5	С поршневым двигателем Околовзвукое ВС Цена с 1958 г. относится к F-100D Цена с 1971 г. относится к F-104S Цена с 1975 г. относится к F-4E Цена с 1973 г. относится к F-5E Самолет изменяемой геометрии Масса определена приближенно Самолет изменяемой геометрии
2	5704 (1949–1956)	344 (1951)–450 (1952)	61–80	
1	2294 (1953–1959)	486 (1954)–766 (1958)	51–80	
2	2615 (1956–1978)	971 (1957)–3515 (1971)	152–550	
3	600 (1958–1970)	1200 (1964)–(1968)	164–199	
2	1321 (1958–1974)	1300 (1965)	221	
4	5200 (1962–1979)	2300 (1962)–4500 (1975)	180–351	
4	2250* (1963–?)	950 (1963)–1533 (1973)	259–418	
3	562 (1967–1975)	6800 (1968)–16000 (1975)	324–764	
7	508* (1973–?)	4240 (1973)	523	
4	350* (1971–?)	2200* (1969)–3840 (1971)	220–384	
3	426* (1971–?)	4022 (1973)	575	
3	464* (1973–?)	13900 (1973)–19000 (1975)	817–1117	
2	947* (1974–?)	6200 (1975)–19260*(1982)	06-1573*	
?	800* (?–?)	10000*(1976)	960*	
1	4547 (1943–1946)	750 (1945)	22,2	С поршневым двигателем Околовзвукое ВС ВС изменяемой геометрии
3	2050 (1950–1960)	1970 (1954)	51,1	
3	116 (1959–1962)	8000 (1959)–20000 (1962)	273–594	
?	240* (?–?)	100000* (1976)	1370*	

* — объем производства и цена плановые

Рост стоимости и удлинение периода разработки, как и налаживания серийного производства, отражаются на постоянном увеличении стоимости ВС, таблица 4.3, в которой за основу для сравнения приняты ВС Р-51D и В-29 с винтомоторной силовой установкой и околосвуковые реактивные F-86D и В-47Е.

Расходы на двигательную установку, оборудование и вооружение зависят как от состояния развития техники, так и от назначения ВС, таблица 4.4.

Таблица 4.4 — Структура расходов на планер, двигательную установку, оборудование и вооружение

Тип ВС	Расходы, %			
	Планер	Двигательная установка	Оборудование	Вооружение
В-58А	92,7	5,7	1,4	0,2
F-101В	66,6	16,1	2,3	15,0
F-104А	53,4	35,7	0,8	10,1
F-106А	62,5	18,3	0,1	19,1
SR-71	45,8	7,2	39,2	7,8
RF-111D	25,0	16,3	48,3	10,4

В начале 60-х годов XX века расходы на изготовление планера и двигательную установку составляли от 80 % до 90 % общей стоимости ВС. Исключением является величина 92,7 % в случае ВС В-58А, что объясняется повышенными затратами на аэродинамические и прочностные исследования, освоение технологии склеивания и т.п. В настоящее время эти затраты уменьшились от 40 % до 50 %, благодаря решению технологических и материаловедческих проблем, а также вследствие применения более сложного и дорогого электронного оборудования. Что в первую очередь относится к самолетам, оборудованным для выполнения разведывательных полетов.

Другой характерной чертой процесса создания современных сверхзвуковых ВС является увеличение периода разработки и внедрения в серийное производство от 7 до 10 лет, таблица 4.5. Возрастание продолжительности разработок, также как и увеличение расходов на создание ВС, несомненно, влияет на количество принимаемых к разработке проектов.

Таблица 4.5 — Продолжительность разработки, строительства и испытаний опытных образцов и серийного производства некоторых сверхзвуковых ВС

Тип ВС	Опытные образцы			Серийное производство			Примечание
	Начало разработки, год	Продолжительность разработки, лет	Продолжительность испытаний, лет	Продолжительность выпуска ВС, лет	Количество выпущенных ВС, шт.	Окончание выпуска ВС, год	
F-100 «Супер-Сейбр»	1949	4,5	0,8	7,8	2294	1959	Серийное производство продолжается до настоящего времени
F-102 «Дельта-Деджер»»	1951	3	2	3	947	1958	
F-104 «Старфайтер»	?	?	3,2	19,5	2600	1975	
«Лайтнинг»	1947	7,8	5	8,5	790	1967	
F-101 «Вуду»»	1952	3	?	7	807	1961	
F-8 «Крусейдер»	1953	2,5	0,7	10,3	1259	1965	
F-105 «Тандерчиф»	1951	5,2	0,8	9,5	833	1965	
«Дракен»	1951	5,2	2,5	13	600	1970	
B-58 «Хастлер»	1949	8,3	3	3	116	1962	
«Мираж» III / «Мираж» 5	1953	4	1,5	17	1300/420	1974	
F-4 «Фантом» II	1953	5,5	4,2	12	4568	1974	
T-38 «Тэлон»	1956	3,5	1	11	1187	1971	
F-5	1955	4,7	3,5	14,5	1320	1976	
F-111	1961	4	3	8,3	562	1975	
«Мираж» F-1	1964	3	5,5	С 1972			
«Вигген»	1962	5,2	4	С 1969			
«Ягуар»	1964	5,2	3	С 1972			
F-14 «Томкэт»	1967	4	3	С 1974			
F-15 «Игл»	1968	4,5	2,5	С 1975			
«Торнадо»	1969	5,7	2	С 1977			

5 Стандартный метод определения эксплуатационных расходов на самолето-час для экономической оценки воздушных судов

5.1 Общие положения

При экономической оценке ВС эксплуатационные расходы (ЭР) делят:

- 1) на прямые эксплуатационные расходы (ПЭР), или летные;
- 2) на наземные расходы.

К прямым эксплуатационным расходам относятся:

- 1) амортизация, техническое обслуживание ВС и авиадвигателей (включая заработную плату работников ИАС);
- 2) заработная плата ЛПС;
- 3) авиационные горюче–смазочные материалы.

К наземным расходам относятся расходы, связанные с функционированием наземных служб (кроме ИАС, учтенной по статье текущий ремонт или техобслуживание СДП):

- 1) заработная плата наземного состава;
- 2) содержание, текущий ремонт и амортизация аэродромов, зданий и сооружений;
- 3) содержание авто– и спецтранспорта и все другие производственные и накладные расходы, кроме ПЭР.

Сущность стандартного метода определения эксплуатационных расходов заключается в применении кумулятивных расходных ставок или удельных затрат, выведенных относительно определенных технических измерителей.

Под *кумулятивными* подразумеваются средневзвешенные данные по всему построенному, или намеченному к постройке парку ВС (двигателей) данного типа за весь срок их жизни, а также среднесетевые показатели по всему парку воздушного транспорта, т.е. в среднем по всем районам базирования

данного типа ВС.

В основу определения расходных ставок положены стандартные цены, отечественный и мировой опыт по эксплуатации транспортных ВС в части сроков службы, соотношения различных статей издержек, нормативов использования и др., что позволило установить количественную связь между отдельными статьями расходов и основными летно–техническими показателями.

При калькуляции себестоимости перевозок по типам ВС себестоимость одного тонно–километра, получают делением стоимости самолето–часа на часовую производительность ВС. При известных величинах G_k и V_m определение себестоимости перевозок сводится к нахождению стоимости самолето–часа.

5.2 Амортизация самолето–двигательного парка

Расходы на амортизацию состоят из:

- реновации, идущей на восстановление (возмещение) первоначальной стоимости;

- отчислений на покрытие расходов по капитальным ремонтам.

Реновация начисляется по календарному времени в расчете на год. Ежегодно отчисляется определенная доля или процент от первоначальной (балансовой) стоимости ВС или двигателя независимо от налета часов и от того установлен ли двигатель на ВС или находится в обороте (на складе, в ремонте и т.д.). Эта доля или процент называется нормой реновации (НР).

Для СДП ГА установлены следующие нормы реновации:

- для всех типов ЛА (без двигателей) $НР = 0,08$;

- для всех типов авиадвигателей $НР = 0,10$.

Годовую сумму реновации (Pen_2 , р./год), вычисляют по формуле

$$Pen_2 = НР \cdot C, \quad (5.1)$$

где HP — норма реновации;

C — балансовая стоимость ВС или двигателя, р.

При вычислении амортизации основных фондов норма реновации умножается на балансовую стоимость за вычетом остаточной (ликвидационной) стоимости. В формулах и нормативах по амортизации СДП, остаточная стоимость, составляющая от 3 % до 5 % от балансовой стоимости двигателей и ВС, не учитывается. Потери, связанные с возможным досрочным выбытием с эксплуатации отдельных экземпляров ВС и двигателей по техническому состоянию или моральному износу равны возможным доходам от реализации остаточной стоимости.

Отчисления на капитальный ремонт производят в расчете на летный час. Это объясняется тем, что ВС и двигатели направляют в капремонт по выработке установленного ресурса до ремонта в часах. Расходы на капремонт, приходящиеся на летный час (KP , р./ч), вычисляют по формуле

$$KP = \frac{C_p \cdot n_p}{T_n}, \quad (5.2)$$

где n_p — количество капремонтов, производимых за назначенный ресурс, вычисляют по формуле

$$n_p = (T_n / T_p) - 1. \quad (5.3)$$

Так как реновация исчисляется на год, а капремонт на летный час, то приведение амортизации к единому измерителю времени — на один летный час производится путем приведения расходов на реновацию (как и расходов на капремонт) к летному часу.

Для ВС расходы на реновацию на летный час, (Pen_{BC} , р./ч), вычисляют по формуле

$$Pe_{H_{BC}} = \frac{Pe_{H_2}}{H} = \frac{HP \cdot C_c}{H}. \quad (5.4)$$

Для двигателя расходы на реновацию на летный час ($Pe_{H_{дв}}$, р./ч), вычисляют по формуле

$$Pe_{H_{дв.}} = \frac{Pe_{H_2}}{H} = \frac{HP \cdot C_{\partial} \cdot \lambda}{H}. \quad (5.5)$$

В итоге расходы на амортизацию ВС или одного двигателя на летный час (AM_{BC} , $AM_{Д}$, р./ч), вычисляют по формуле

$$AM_{BC} = Pe_{H_{BC}} + KP = \frac{HP \cdot C_{BC}}{H} + \frac{C_p \cdot n_p}{T_n}, \quad (5.6)$$

$$AM_{Д} = Pe_{H_{дв.}} + KP = \frac{HP \cdot C_{\partial} \cdot \lambda}{H} + \frac{C_p \cdot n_p}{T_n}. \quad (5.7)$$

Для определения расходов на амортизацию, в соответствии с формулами (5.6) и (5.7), необходимо при установленных нормах реновации знать:

- цену ВС и двигателя;
- стоимость капремонта;
- число капремонтов или назначенный и межремонтный ресурсы;
- налет часов в год на списочный ВС.

Стоимость одного капремонта ВС (без двигателей) с учетом затрат на доработки конструкции, производимые при капремонте и других дополнительных работ сверх предусмотренных в прейскуранных ценах на ремонт, а также с учетом нормы рентабельности ремонтного предприятия равна в среднем 0,2 от цены ВС (без двигателей).

Современным двигателям за назначенный ресурс производят от двух до трех ремонтов. Стоимость каждого ремонта равна от 23 % цены нового двигателя (при большом числе ремонтов, т.е. при малом межремонтном ресурсе) до 33 % его стоимости при большом ресурсе. Для всех типов двигателей принято, что общая стоимость всех капремонтов за T_n равна 0,7 от цены двигателя.

Методика определения цены ремонта, предполагает известными ряд исходных данных, часть из которых для прогнозных ВС и двигателей, как правило, отсутствуют (высота и длина ВС, размах крыльев, год начала освоения ремонта, трудоемкость ремонта двигателя и др.). Поэтому в данной работе принята обобщенная цена капремонта в долях от цены нового изделия, полученная на основе опыта эксплуатации.

Другие исходные данные, принятые для расчета амортизации ВС и двигателей приведены в соответствии с таблицей 5.1.

Таблица 5.1 — Исходные данные для расчета амортизации

Типы ВС	H , ч/год	T_n , тыс.ч	T_p , тыс.ч
Магистральные ВС ДМВС	2200	35	7
СМВС	2000	32	6,4
БМВС	1800	27	5,4
ВС МВЛ тяжелый	1500	21	4,2
средний	1400	20	4
легкий	1000	14	2,8
Двигатели:			
- в среднем на магистральных ВС	2000	12	3,5-4
- в среднем на ВС МВЛ	1300	8	2,3-2,7

В соответствии с формулами (5.6) и (5.7) и исходным данным, таблицы 5.1 получены выражения для вычисления расходов на амортизацию СДП на один летный час.

Для ДМВС расходы на амортизацию СДП на один летный час (AM , р./ч), вычисляют по формуле

$$AM = \frac{0,08C_{BC}}{2200} + \frac{0,8C_{BC}}{35000} + \frac{0,145C_{\partial} \cdot n_2}{2200} + \frac{0,7C_{\partial} \cdot n_2}{12000}. \quad (5.8)$$

Для обычного СМВС расходы на амортизацию СДП на один летный час (AM , р./ч), вычисляют по формуле

$$AM = \frac{0,08C_{BC}}{2000} + \frac{0,8C_{BC}}{30000} + \frac{0,145C_{\partial} \cdot n_2}{2000} + \frac{0,7C_{\partial} \cdot n_2}{12000}. \quad (5.9)$$

Для широкофюзеляжного СМВС расходы на амортизацию СДП на один летный час (AM , р./ч), вычисляют по формуле

$$AM = \frac{0,08C_{BC}}{2000} + \frac{0,8C_{BC}}{32000} + \frac{0,145C_{\partial} \cdot n_2}{2000} + \frac{0,7C_{\partial} \cdot n_2}{12000}. \quad (5.10)$$

Для БМВС расходы на амортизацию СДП на один летный час (AM , р./ч), вычисляют по формуле

$$AM = \frac{0,08C_{BC}}{1800} + \frac{0,8C_{BC}}{27000} + \frac{0,145C_{\partial} \cdot n_2}{1800} + \frac{0,7C_{\partial} \cdot n_2}{12000}. \quad (5.11)$$

Для тяжелого ВС МВЛ расходы на амортизацию СДП на один летный час (AM , р./ч), вычисляют по формуле

$$AM = \frac{0,08C_{BC}}{1500} + \frac{0,8C_{BC}}{21000} + \frac{0,145C_{\partial} \cdot n_2}{1500} + \frac{0,7C_{\partial} \cdot n_2}{8000}. \quad (5.12)$$

Для среднего ВС МВЛ расходы на амортизацию СДП на один летный час (AM , р./ч), вычисляют по формуле

$$AM = \frac{0,08C_{BC}}{1400} + \frac{0,8C_{BC}}{20000} + \frac{0,145C_{\partial} \cdot n_2}{1400} + \frac{0,7C_{\partial} \cdot n_2}{8000}. \quad (5.13)$$

Для легкого ВС МВЛ расходы на амортизацию СДП на один летный час (AM , р./ч), вычисляют по формуле

$$AM = \frac{0,08C_{BC}}{1000} + \frac{0,8C_{BC}}{14000} + \frac{0,145C_{\partial} \cdot n_2}{1000} + \frac{0,7C_{\partial} \cdot n_2}{8000}, \quad (5.14)$$

где $\frac{0,08C_{BC}}{2200}$, $\frac{0,08C_{BC}}{2000}$, $\frac{0,08C_{BC}}{1800}$, $\frac{0,08C_{BC}}{1500}$, $\frac{0,08C_{BC}}{1400}$, $\frac{0,08C_{BC}}{1000}$ —

реновация ВС (без двигателей) или часовые расходы на амортизацию ВС (без двигателей);

$$\frac{0,8C_{BC}}{35000}, \frac{0,8C_{BC}}{30000}, \frac{0,8C_{BC}}{32000}, \frac{0,8C_{BC}}{27000}, \frac{0,8C_{BC}}{21000}, \frac{0,8C_{BC}}{20000}, \frac{0,8C_{BC}}{14000}$$

капремонт без двигателей или часовые расходы на амортизацию ВС (без двигателей);

$$\frac{0,145C_{\partial} \cdot n_2}{2200}, \frac{0,145C_{\partial} \cdot n_2}{2000}, \frac{0,145C_{\partial} \cdot n_2}{2200}, \frac{0,145C_{\partial} \cdot n_2}{1800}, \frac{0,145C_{\partial} \cdot n_2}{1500},$$

$$\frac{0,145C_{\partial} \cdot n_2}{1400}, \frac{0,145C_{\partial} \cdot n_2}{1000} \text{ — реновация двигателей или расходы на}$$

амортизацию двигателей;

$$\frac{0,7C_{\partial} \cdot n_2}{12000}, \frac{0,7C_{\partial} \cdot n_2}{8000} \text{ — капремонт двигателей или расходы на}$$

амортизацию двигателей.

Для упрощения расчетов были разработаны графические зависимости расходных ставок или удельных затрат по амортизации, с выделением оптимальных областей применения [9]. В соответствии с формулами (5.8)–(5.14) и принятой первоначальной стоимости были рассчитаны часовые расходы на амортизацию для различных типов ВС и двигателей и выведены расходные ставки, т.е. часовые расходы на амортизацию, отнесенные к одной тонне–силе взлетной тяги одного ТРДД ($\alpha_1, (p./ч)/H$) и на одну тонну массы пустого снаряженного ВС ($\beta_1, (p./ч)/m$).

Значения α_1 и β_1 представлены в соответствии с рисунком 5.1, 5.2.

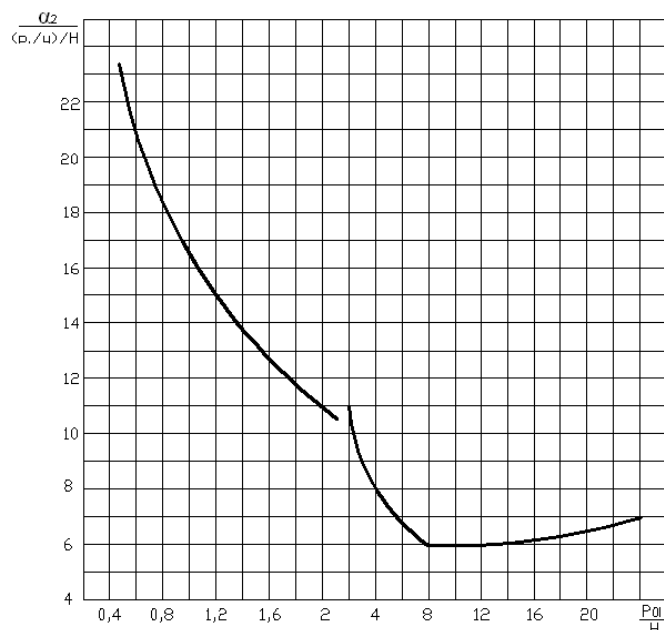


Рисунок 5.1 — Изменение часовой расходной ставки по амортизации двигателя α_1 в зависимости от взлетной тяги P_{0i}

Затраты на амортизацию на самолето–час (AM , р./ч), вычисляют по формуле

$$AM = \alpha_1 \cdot P_{0i} \cdot n_z + \beta_1 \cdot G_{сч}. \quad (5.15)$$

Аналитические выражения расходных ставок на амортизацию для двигателей с $P_{0i} \leq 2$ Н (α_1 , (р./ч)/Н), вычисляют по формуле

$$\alpha_1 = 32,4 - 23 \cdot P_{0i} + 9,2 \cdot P_{0i}^2 - 1,6 \cdot P_{0i}^3. \quad (5.16)$$

Аналитические выражения расходных ставок на амортизацию для двигателей с $P_{0i} \geq 2$ Н, (α_1 , (р./ч)/Н), вычисляют по формуле

$$\alpha_1 = 13,62 - 18,65 \cdot \left(\frac{P_{0i}}{10}\right) + 12,54 \cdot \left(\frac{P_{0i}}{10}\right)^2 - 2,546 \cdot \left(\frac{P_{0i}}{10}\right)^3. \quad (5.17)$$

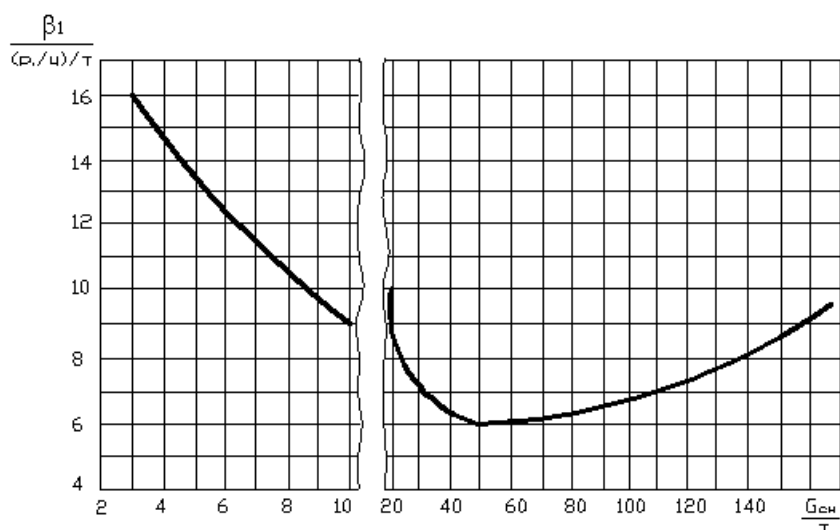


Рисунок 5.2 — Изменение часовой расходной ставки по амортизации самолета–планера с оборудованием β_1 в зависимости от массы снаряженного ВС $G_{сн}$

Аналитические выражения расходных ставок на амортизацию для ВС с $G_{сн} \leq 10$ т, (β_1 , (р./ч)/т), вычисляются по формуле

$$\beta_1 = 21,8 - 23,28 \cdot \left(\frac{G_{сн}}{10}\right) + 15,56 \cdot \left(\frac{G_{сн}}{10}\right)^2 - 4,321 \cdot \left(\frac{G_{сн}}{10}\right)^3. \quad (5.18)$$

Аналитические выражения расходных ставок на амортизацию для самолетов с $G_{сн} \geq 10$ т (β_1 , (р./ч)/т), вычисляются по формуле

$$\beta_1 = 11,136 - 19,26 \cdot \left(\frac{G_{сн}}{10}\right) + 20,52 \cdot \left(\frac{G_{сн}}{10}\right)^2 - 5,77 \cdot \left(\frac{G_{сн}}{10}\right)^3. \quad (5.19)$$

В качестве примера рассмотрим задачу № 5.1: Определить расходы на амортизацию I ВС. Для проверки сходимости суммы амортизации, полученной по элементам затрат и обобщенно по расходным ставкам, расчет ведут двумя способами:

а) через стоимость ВС и двигателя, сроков их службы, норм реновации и затрат на капремонт в соответствии с формулой (5.8);

б) по расходным ставкам.

Алгоритм решения:

а) поэлементный расчет:

1) в соответствии с рисунками 5.5 и 5.6 находят стоимость ВС и двигателя (C_c , млн. р.), вычисляют по формуле

$$C_{BC} = YCG_{ch} \cdot G_{ch} = 100,5 \cdot 72000 = 7236,$$

$$C_{\partial} = YCP_{0i} \cdot P_{0i} = 45,5 \cdot 8645 = 393,3;$$

2) в соответствии с формулой (5.8) вычисляют расходы на амортизацию СДП на один летный час (AM , р./ч), вычисляют по формуле

$$AM = \frac{0,08 \cdot 7236000}{2200} + \frac{0,8 \cdot 7236000}{35000} + \frac{0,145 \cdot 393300 \cdot 4}{2200} + \frac{0,7 \cdot 393300 \cdot 4}{12000} = 624;$$

б) по расходным ставкам, в соответствии с формулой (5.15) и рисунками 5.1 и 5.2 вычисляют затраты на амортизацию на самолето–час (AM , р./ч), вычисляют по формуле

$$AM = 5,65 \cdot 8,65 \cdot 4 + 5,9 \cdot 72 = 620,3.$$

Погрешность в расчетах менее 1 %.

5.3 Техобслуживание самолето–двигательного парка

Система техобслуживания и ремонта может быть:

- раздельной (регламенты и ремонты проводятся через определенный налет часов);

- прогрессивной (дробление ремонтных и регламентных работ на отдельные независимые части, выполняемые в объеме, лимитированном наличным свободным временем в каждом конкретном случае).

Система техобслуживания и ремонта обусловлена эксплуатационно–ремонтной технологичностью конструкции. Прогрессивная система предполагает проектирование ВС с учетом этой системы. Полностью прогрессивная система (с отказом от раздельного капремонта) была внедрена до 1990 года.

Затраты на техническое обслуживание (ТО) учитывают все расходы АТБ и все виды работ. Они состоят из:

- материальных затрат (материалы, запчасти, агрегаты);
- заработной платы (основных производственных рабочих и прочей заработной платы);
- аэропортовых (общепроизводственных) расходов.

Стандартные расходы по техобслуживанию, как и по другим статьям издержек, кроме амортизации, (топливо, зарплата, наземные расходы), получены ориентировочно применительно к условиям ГА.

Расходы на техобслуживание, приходящиеся на один летный час (ТО, р./ч), вычисляют по формуле

$$TO = \alpha_2 \cdot P_{0i} \cdot n_e + \beta_2 \cdot G_{сн}, \quad (5.20)$$

где α_1 — расходная ставка или удельные затраты на техобслуживание двигателя, (р./ч)/Н;

β_1 — расходная ставка по техобслуживанию самолета–планера с оборудованием, (р./ч)/Т.

В связи с тем, что в АТБ не ведется учет затрат отдельно по планеру и отдельно по силовой установке (что важно при оценке ВС с различными типами двигателей), это разделение затрат произведено приближенно на основе соотношения трудоемкости по видам регламентов (трудоемкость выделена по планеру, оборудованию и силовой установке), а также с учетом практических исследований по затратам на техобслуживание и ремонт, приходящимся на самолет–планер с оборудованием и на двигатели.

Так как номенклатура и трудоемкость регламентов техобслуживания, приходящихся на один летный час, зависят от средней продолжительности беспосадочного полета, расходные ставки выведены с учетом средней продолжительности полета, характерной для самолетов различных масс.

Значение расходных ставок по техобслуживанию представлено в соответствии с рисунками 5.3, 5.4.

Часовую расходную ставку по техобслуживанию двигателя (α_2 , (р./ч)/Н), вычисляют по формуле

$$\alpha_2 = 4,575 - 5,61 \cdot \left(\frac{P_{0i}}{10}\right) + 2,746 \cdot \left(\frac{P_{0i}}{10}\right)^2 - 0,4276 \cdot \left(\frac{P_{0i}}{10}\right)^3. \quad (5.21)$$

Для ВС с $G_{сн} \leq 20t$ изменение часовых расходных ставок планера с оборудованием, (β_2 , (р./ч)/Н), вычисляют по формуле

$$\beta_2 = 6,33 - 2,96 \cdot \left(\frac{G_{сн}}{10}\right) + 0,982 \cdot \left(\frac{G_{сн}}{10}\right)^2 - 0,13 \cdot \left(\frac{G_{сн}}{10}\right)^3. \quad (5.22)$$

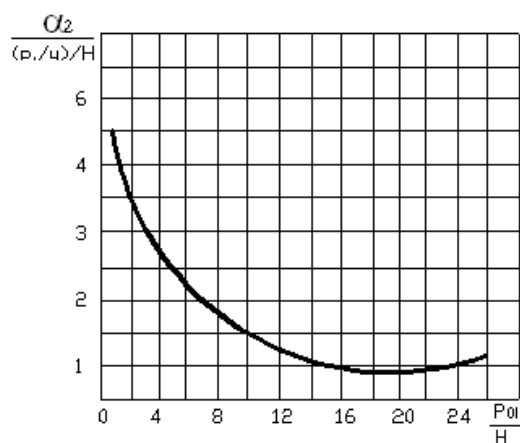


Рисунок 5.3 — Изменение часовых расходных ставок по техобслуживанию двигателя α_2 в зависимости от взлетной тяги P_{0i}

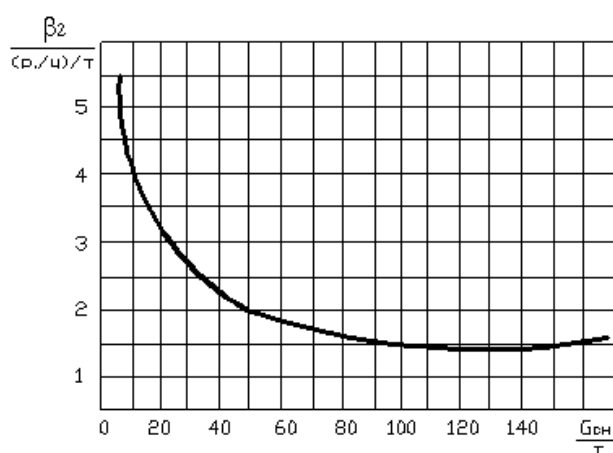


Рисунок 5.4 — Изменение часовых расходных ставок планера с оборудованием β_2 в зависимости от массы снаряженного ВС G_{ch}

Для ВС с $G_{ch} \geq 20t$ изменение часовых расходных ставок планера с оборудованием (β_2 , (р./ч)/Н), вычисляют по формуле

$$\beta_2 = 4,55 - 7,62 \cdot \left(\frac{G_{ch}}{100}\right) + 6,09 \cdot \left(\frac{G_{ch}}{100}\right)^2 - 1,56 \cdot \left(\frac{G_{ch}}{100}\right)^3. \quad (5.23)$$

Для ТВД, включая затраты по обслуживанию воздушного винта, а также для ТРДД со степенью двухконтурности $m \geq 4$ расходную ставку α_2 , полученную по формуле (5.21) следует умножить на величину 1,18.

Для ШФВС величину β_2 , полученную в соответствии с рисунком 5.4 или по формуле (5.23) следует умножить на величину $1,1$.

В качестве примера рассмотрим задачу № 5.2: Для ВС I расходы на техобслуживание, полученные в соответствии с формулой (5.20) и рисунком 5.3, 5.4 (TO_u , р./ч), вычисляются по формуле

$$TO_u = \alpha_2 \cdot P_{0i} \cdot n_2 + \beta_2 \cdot G_{сн} = 1,45 \cdot 8,65 \cdot 4 + 1,7 \cdot 72 = 172,6.$$

При переходе от отдельной к прогрессивной системе техобслуживания и ремонта расходы на ТОР, вследствие увеличения затрат на автоматические средства контроля технического состояния ВС и двигателей и расширения фронта работ, не снизятся по сравнению с расходами при отдельной системе. Преимущества прогрессивной системы заключается не в экономии средств на ТОР, а в значительном сокращении простоев ВС на ТОР и увеличении в связи с этим налета часов в год на ВС со всеми вытекающими отсюда экономическими преимуществами.

5.4 Расходы на авиатопливо

Среднесетевая цена авиакеросина на середину 2016 года составляет примерно 34650 рублей за одну тонну, а стоимость заливки одной тонны керосина составляет 800 рублей.

С учетом затрат на топливо включающие в себя:

- производственный налет часов (служебно-вспомогательный, тренировка, непроизводительный налет);
- издержки по топливу, расходуемому при работе двигателей на земле;
- затраты на смазочные материалы, часовые издержки по авиатопливу для самолетов с реактивными двигателями ($ГС_u$, р./ч), вычисляются по формуле

$$ГC_ч = 80 \cdot Q, \quad (5.24)$$

где Q — часовой расход топлива в воздухе на данном типе ВС на транспортной работе (за производственный налет), т/ч. Величина Q вычислена для условия $G=G_0, L=L_k, V_{кр}=V_{кр.эк}$;

80 — коэффициент учитывающий среднесетевую цену топлива (34650 р./т), а также непроизводственный налет, расход на земле и издержки на смазочные материалы.

Для ВС с ТВД часовые издержки по авиатопливу ($ГC_ч$, р./ч), вычисляют по формуле

$$ГC_ч = 83 \cdot Q, \quad (5.25)$$

85 — коэффициент учитывающий среднесетевую цену топлива (34650 р./т), а также непроизводственный налет, расход на земле и издержки на смазочные материалы.

5.5 Наземные расходы

К наземным относятся расходы, связанные с обеспечением работы всех наземных служб (кроме ИАС, учтенной в ПЭР по статье техобслуживание СДП) и состоят из:

- амортизации;
- содержания и текущего ремонта зданий, сооружений и оборудования;
- заработной платы и выплаты с отчислениями на соцстрах наземных служб (кроме ИАС);
- накладных расходов.

Наземные расходы равны сумме всех эксплуатационных расходов по транспортной авиации за вычетом прямых или летных расходов.

Наземные расходы равны «аэропортовым расходам» (рассмотренные в п. 5.7.9) плюс заработная плата наземного состава с выплатами и отчислениями на соцстрах (кроме ИАС).

В отличие от ПЭР, величина которых непосредственно определяется по каждому типу ВС (амортизация, текущий ремонт, ГС и т.д.), распределение наземных расходов по типам ЛА может быть произведено только приближенно. В некоторых случаях эти расходы распределяют пропорционально прямым, а также учитывают и соотношения во взлетных массах ВС. Затраты по одним наземным службам связаны с величиной G_k — расходы службы перевозок по обеспечению отправок и обслуживанию прибывшей коммерческой нагрузки. Эти затраты, составляющие примерно 0,25 всех наземных расходов, от дальности полета не зависят. Другие расходы, по службе ГС, связи и навигации и т.д. (примерно 0,75 всех наземных расходов) зависят от дальности полета. Чем больше величина G_k и L , тем больше величина G_0 , тем больше потребная длина ВПП, тем больше затрат по аэродромной службе и т.д. и тем больше наземные расходы, приходящиеся на данный тип самолета.

Таким образом, наземные расходы связаны с ЛТХ ВС и, в конечном счете, со взлетной массой ВС и дальностью полета.

Технический параметр, влиявший на уровень наземных расходов обозначим через величину $G_0 \cdot L_k$, где L_k — практическая дальность полета при $G_{ко}$, км.

Коэффициент приведения ВС по самолето–вылетам W принимают по установленным нормативам, по которым наземные расходы на один самолето–вылет (СВ) ВС Як–40 приняты за единицу, а расходы по другим ВС выражены через коэффициенты приведения, т.е. в долях от Як–40 (для Ил–96 величина W равна 8,4, для ВС Ан–24 величина W равна 1,2 и т.д.).

Для ВС, находящихся на эксплуатации (по которым установлены значения W) наземные расходы на самолето–вылет ($S_{эк.}$, р.), вычисляют по формуле

$$S_{\text{эк.}} = C_{CB} \cdot W. \quad (5.26)$$

Наземные расходы, приходящиеся на один летный час (S_n , р./ч), вычисляют по формуле

$$S_n = \frac{C_{CB} \cdot W}{t_l} = \frac{C_{CB} \cdot W}{L_k / V_m}, \quad (5.27)$$

где C_{CB} — среднесетевая стоимость по наземным расходам одного приведенного самолето–вылета.

Для определения наземных расходов по ВС, для которых величина W неизвестна (перспективные, прогнозные, зарубежные) была выявлена зависимость по существующему парку между величиной S_n и параметром $G_0 L_k$. Причем величины $G_{ко}$, L_k и V_m при L_k для данного типа самолета однозначные и определяются во втором разделе. В результате наземные расходы на самолето–час для всех типов пассажирских самолетов (существующих и перспективных, отечественных и зарубежных) (S_n , р./ч), вычисляют по формуле

$$S_n = \sigma \cdot G_0 \cdot L_k, \quad (5.28)$$

где σ — часовая тарифная ставка по наземным расходам, р./ч на тыс. (т·км) $G_0 \cdot L_k$.

Для грузовых ВС (включают в себя складирование, погрузка–выгрузка и т.д.) величина S_n примерно равно значению 0,9 от пассажирских ВС той же величины $G_0 \cdot L_k$, т.е. 0,9.

Для данного типа ВС значения по дальности полета (S_n , р./ч), вычисляют по формуле

$$S_{ni} = S_n \cdot \left(\frac{0,7241}{L_i / L_k} + 0,3352 \right)^{0,25}, \quad (5.29)$$

где S_{ni} — часовые наземные расходы при любой дальности полета кроме L_k , р.;

S_n — часовые наземные расходы при любой дальности полета при L_k , р.;

L_i — любая дальность полета, отличная от L_k , км.

5.6 Стоимость воздушных судов и авиадвигателей

5.6.1 Стоимость воздушных судов

Первоначальная стоимость (отпускная цена) ВС зависит от многих факторов. Основными из них являются:

- масса конструкции;
- крейсерская скорость;
- общая серийность производства, т.е. общее количество построенных (намеченных к постройке) ВС данного типа одним заводом.

Основные факторы, определяющие стоимость авиадвигателя это:

- взлетная тяга или масса двигателя;
- число M ВС, для которого предназначен двигатель;
- общая серийность производства одним заводом.

Данная методика определения затрат учитывает только основные, перечисленные выше факторы, а не все факторы, влияющие на цену ВС и двигателя и на затраты на их создание. Не учтено влияние конструктивных и технологических особенностей конструкции, технического уровня завода, на котором производится изделие и другие трудно учитываемые, в особенности для перспективных ВС факторы. Из вышесказанного следует, что методика является стандартной (типичной) и показывает стоимость характерную для

определенных типов ВС и двигателей, а также технический уровень для отечественной и мировой практики.

Стоимость ВС и авиадвигателей, а также затраты на их создание, полученные в ходе применения данной методике являются условными. Фактические затраты могут отличаться, но при этом сохраняется соотношение в стоимости различных типов ВС и двигателей. Вследствие этого, данная методика предназначена для сравнительной оценки экономичности различных типов ВС и двигателей, для экономики при параметрических исследованиях летно–технических характеристик и решения оптимизационных задач по экономическому критерию, связанного с развитием самолетного парка России.

Стоимость ВС с оборудованием без стоимости двигателей (C_{BC} , р.), вычисляют по формуле

$$C_{BC} = YCG_{сн} \cdot G_{сн}, \quad (5.30)$$

где $YCG_{сн}$ — удельная стоимость, т.е. цена ВС с оборудованием без стоимости двигателей, отнесенная к массе снаряженного самолета, р./кг.

Изменение стандартной удельной стоимости ВС в зависимости от массы снаряженного ВС представлено в соответствии с рисунком 5.5.

Стандартную удельную стоимость в аналитическом виде, полученную аппроксимацией соответствующих кривых ($YCG_{сн}$, р./кг), вычисляют по формуле

$$YCG_{сн} = 112,57 - 1,1889 \cdot G_{сн} + 0,01791 \cdot G_{сн}^2 - 0,00005629 \cdot G_{сн}^3. \quad (5.31)$$

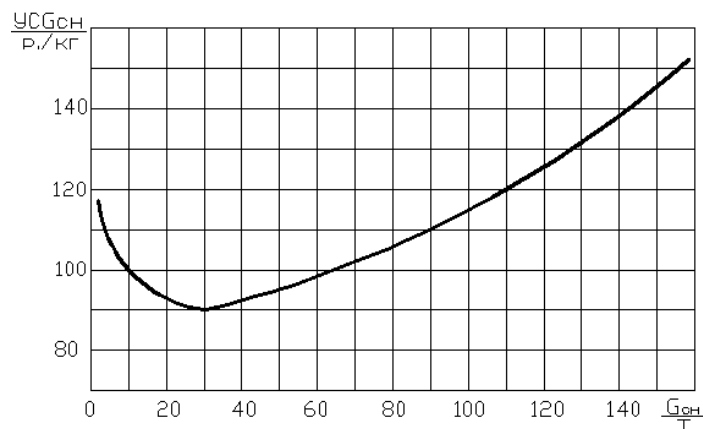


Рисунок 5.5 — Изменение удельной стандартной стоимости ВС $УСГ_{сн}$ в зависимости от массы снаряженного ВС $G_{сн}$

Эти стандартные отпускные цены соответствуют общему количеству ВС, выпускаемому одним заводом (общей серийности производства) примерно как представлено в таблице 5.2 и на рисунке 5.6.

Таблица 5.2 — Значения стандартных отпускных цен

Масса снаряженного ВС, $G_{сн}$, т	4	8	15	30	60	90	120	150
Количество ВС, n_c	800	680	550	380	190	100	65	45

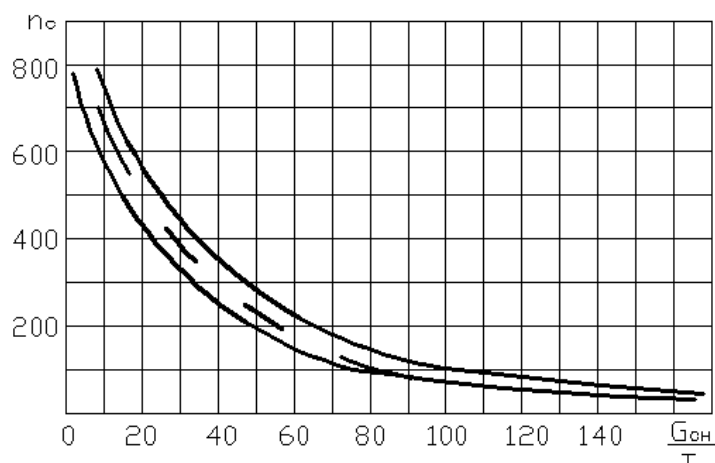


Рисунок 5.6 — Общая серийность производства ВС n_c , соответствующая удельной стоимости, в соответствии с рисунком 5.5

При общей серийности производства, отличной от принятой в данной работе вносится поправка на изменение удельной стоимости и общей цены ВС, которую вычисляют по формуле

$$\frac{C_{ci}}{C_c} = \frac{0,76 \cdot n_c \cdot n_{ci}^{0,76}}{0,76 \cdot n_{ci} \cdot n_c^{0,76}}, \quad (5.32)$$

где C_{ci} — стоимость ВС при любой другой общей серийности, р.;

C_c — стоимость ВС при общей серийности, принятой в данной методике, р.;

n_c — общая серийность, принятая в данной методике;

n_{ci} — любая другая, отличная от принятой общая серийность.

5.6.2 Стоимость авиадвигателей

Стоимость авиадвигателя (C_∂ , р.), вычисляют по формуле

$$C_\partial = UCP_{0i} \cdot P_{0i}, \quad (5.33)$$

где UCP_{0i} — удельная стоимость, т.е. цена двигателя, отнесенная к одному Ньютону взлетной тяги.

С учетом поправки и общей серийности производства стоимость ТРДД (C_∂ , тыс. р.), вычисляют по формуле

$$C_\partial = \left(\frac{42,9 \cdot P_{0i}^{0,55} \cdot M^{0,62} \cdot \sum n_\partial^{0,1} + 0,311 \cdot P_{0i}^{0,6} \cdot \sum n_\partial^{0,846}}{\sum n_\partial} \right) \cdot 112, \quad (5.34)$$

где M — число Маха самолета, на котором устанавливается двигатель;

$\sum n_\partial$ — общая серийность производства данного типа двигателя;

P_{0i} — взлетная тяга двигателя, Н.

Стандартную удельную стоимость в аналитическом виде, полученную аппроксимацией соответствующих кривых ($УСР_{0i}$, р./Н), вычисляют по формуле

$$УСР_{ci} = 73,87 - 6,8 \cdot P_{0i} + 0,4757 \cdot P_{0i}^2 - 0,009452 \cdot P_{0i}^3. \quad (5.35)$$

Для турбовинтовых двигателей удельную стоимость, включая стоимость воздушного винта, принимают в размере $1,18$ от данных полученных по формуле (5.35) и в соответствии с рисунком 5.7.

Стоимость ТРД составляет $0,88$ от стоимости ТРДД. Общая серийность производства двигателей (с учетом, что двигатель устанавливается не на одном типе ВС) достигает относительно большой величины и дальнейшее ее увеличение не оказывает существенного влияния на снижение цены. Вследствие чего, для двигателей можно не вносить поправку в стоимости на общую серийность производства. Исключение составляют двигатели, по которым заранее известна очень малая общая серийность выпуска.

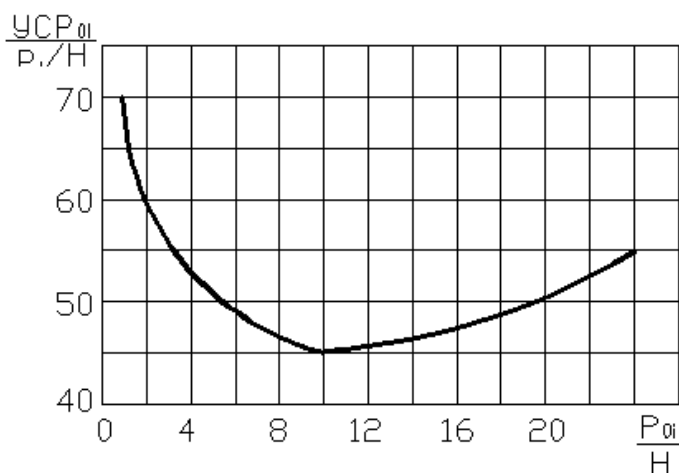


Рисунок 5.7 — Изменение удельной стандартной стоимости ТРДД $УСР_{ci}$ в зависимости от взлетной тяги двигателя P_{0i}

5.7 Оценка эффективности спроектированного воздушного судна

5.7.1 Аэродинамическая оценка спроектированного воздушного судна

Она выражается сравнением спроектированного и имеющихся однотипных ВС по следующим характеристикам:

а) аэродинамическим — $c_x, c_y, K = c_y / c_x$;

б) летно-техническим — $V_{\max}, V_{кр}, L_{рейс}$ — рейсовой скорости, км/ч, вычисляются по формуле

$$V_{рейс} = \frac{L \cdot V_{кр}}{L - L_{вв} + (t_{вн} + \Delta t_M) \cdot V_{кр}}, \quad (5.36)$$

где L — расстояние между аэропортами взлета и посадки, км;

$V_{кр}$ — крейсерская скорость полета, км/ч;

$L_{вв}$ — воздушный участок, км;

$L_{вн}$ — горизонтальная проекция пути, проходимого ВС за время $t_{вн}$, км;

$t_{вн}$ — время затрачиваемое на взлет, набор высоты, снижение и посадку, ч;

t_M — время затрачиваемое на запуск и прогрев двигателей, рулежку и маневрирование, ч;

$V_{кр}$ — крейсерская скорость полета, км/ч;

в) взлетно-посадочным — $L_{разб}, L_{проб}, L_{впн}$;

г) силовой установки — $P_0, P_{кр}, C_{уд}$.

Указывается степень удовлетворения ТТТ и причины имеющихся отклонений.

5.7.2 Оценка компоновки и центровки воздушного судна

Оценка проводится по следующим критериям:

а) степень рациональности конструктивно-силовой схемы;

б) рациональное использование внутренних объемов крыла, фюзеляжа;
 в) величина относительного объема пассажирской (грузовой) кабины и багажных помещений ($\bar{V}_{nac+баг}$), вычисляют по формуле

$$\bar{V}_{nac+баг} = (V_{nac} + V_{баг}) / V_{\phi}, \quad (5.37)$$

где V_{ϕ} — общий объем фюзеляжа, м³, вычисляют по формуле

$$V_{\phi} = V_{nac} + V_{баг} + V_{обсл} + V_{каб} + V_{констр}; \quad (5.38)$$

V_{nac} — объем пассажирской (грузовой) кабины по внутренним обводам с учетом проходов, м³;

$V_{баг}$ — объем багажных помещений, м³;

$V_{обсл}$ — объем обслуживающих помещений (буфеты, кухня, туалеты, гардеробы, вестибюли, помещения бортпроводников), м³;

$V_{каб}$ — объем кабины экипажа, м³;

$V_{констр}$ — объем конструкции фюзеляжа (теплозвукоизоляция, полы, перегородки, центроплан крыла, свободные объемы фюзеляжа), м³;

г) величина удельного объема фюзеляжа на одного пассажира (\bar{V}_{ϕ}), вычисляют по формуле

$$\bar{V}_{\phi} = V / n_{nac}; \quad (5.39)$$

д) степень ограничения на разбег эксплуатационных центровок ВС.

5.7.3 Оценка силовой схемы

Оценка проводится по следующим показателям:

а) способы передачи, уравнивания сил и моментов от всех нагрузок: воздушной, масс конструкции, масс грузов, тяги двигателей, реакции земли;

- б) количество и расположение лонжеронов в крыле и оперении;
- в) степень использования обшивки в силовой работе;
- г) количество стыков;
- д) рациональность силовой схемы фюзеляжа;
- е) способы подкрепления вырезов в конструкции планера;
- ж) способы крепления опор и подкосов шасси, механизмов уборки — выпуска шасси.

5.7.4 Оценка производственной эффективности

При этой оценке должны учитываться:

- а) применяемые материалы, их стоимость;
- б) применяемые формы агрегатов и деталей;
- в) способы получения заготовок, сборки деталей, узлов и агрегатов.

Производственная эффективность оценивается стоимостью ВС без стоимости двигателей ($C_c, p.$), вычисляют по формуле

$$C_c = k_{сер} \cdot k_g \cdot (m_{нуст} \cdot (40 + 4 \cdot 10^{-4}) + (4 \cdot 10^{-4} / (1 + (500 / m_{нуст}))))), \quad (5.40)$$

где $k_{сер}$ — коэффициент серийности ВС, вычисляют по формуле

$$k_{сер} = (35 \cdot 10^5 / (m_{нуст} - n_{ВС})^{0,4}); \quad (5.41)$$

k_g — коэффициент скорости, вычисляют по формуле

$$k_g = (1/2) \cdot (1 + (V_{кр} / 800)); \quad (5.42)$$

$m_{нуст}$ — масса пустого ВС, кг.

5.7.5 Оценка эксплуатационной технологичности, эффективности,

живучести и надежности воздушного судна

Оцениваются следующие параметры:

а) выполнение основных требований ТТТ;

б) удобство погрузки–разгрузки и используемой механизации;

в) комфорт пассажиров и экипажа;

г) техническое обслуживание ВС на земле и его эксплуатационная эффективность, оценивается трудоемкостью обслуживания на один час полета или себестоимостью технического обслуживания, или по вероятному налету часов в год ($B_{год}$, ч), вычисляют по формуле

$$B_{год} = k_6 \cdot \left(L / (L + k_7 \cdot V_{рейс}) \right), \quad (5.43)$$

где $k_6 = 2700$, $k_7 = 0,42$ — для магистрального дозвукового ВС;

$k_6 = 2600$, $k_7 = 0,53$ — для ВС местных воздушных линий (МВЛ);

$k_6 = 2600$, $k_7 = 0,42$ — для многоцелевых ВС с числом пассажиров $n_{пасс} \leq 6$ человек;

д) расходы на текущий ремонт, техническое обслуживание ВС и двигателей ($A_{ТОВС}$, $A_{ТОД}$, р./ч), вычисляют по формулам

$$A_{ТОВС} = k_3 \cdot m_{нуст} \cdot 10^{-3} \cdot \left(4,4 - 0,13 \sqrt{m_{нуст}} + 0,15 \cdot 10^{-4} \cdot m_{нуст} \right), \quad (5.44)$$

$$A_{ТОД} = \left(0,16 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot n_{дв} \cdot \sqrt{P_{0i}} \right) / \left(1 + 7 \cdot 10^{-5} \cdot T_{дв} \right), \quad (5.45)$$

где $k_2 = 1,07$;

$k_3 = 1$, $k_4 = 1$ — для дозвуковых ВС с ТРД и ДТРД;

$k_3 = 1,13$, $k_4 = 1,5$ — для ВС с ТВД;

$k_3 = 2$, $k_4 = 1,5$ — для пассажирских сверхзвуковых ВС;

$n_{дв}$ — число двигателей на ВС;

P_{oi} — взлетная тяга одного двигателя, даН;

$T_{\text{дв}} = 6000$ ч — амортизационный или полный срок службы двигателя;

е) комплекс конструктивно–технологических мероприятий, направленных на повышение живучести ВС;

ж) комплекс конструктивно–технологических мероприятий, направленных на обеспечение заданного ресурса и надежности ВС.

5.7.6 Оценка транспортной эффективности

Оценка проводится по следующим критериям:

а) производительность перевозок, оцениваемая произведением — $(V_{кр} \cdot m_n)$ или часовой производительностью — $A_4 = (V_{кр} \cdot m_n) / m_0$;

б) работоспособность — $(L \cdot m_n)$ или производительная отдача — $A_{раб} = (L \cdot m_n) / m_0$;

в) затраты топливной энергии — $A_1 = m_{мон} / (L \cdot m_n)$;

г) отношение массы снаряженного ВС к тонно–километрам совершаемой работы — $A_2 = m_{снар} / (L \cdot m_n)$ или к пассажиро–километрам — $A_3 = m_{снар} / (L \cdot n_{пас})$;

д) общая транспортная эффективность — $t_{тр.эф.} = (V_{рейс} \cdot m_n \cdot L) / (m_m \cdot m_{снар})$, где $m_{снар} = m_0 - m_{мон} - m_n$.

5.7.7 Оценка целевой эффективности

Целевая эффективность обеспечивается обоснованными тарифами на перевозки пассажиров и грузов ($T_{пас}^L$, р.), вычисляются по формуле

$$T_{пас}^L = (900 + 1,5 \cdot (L - 300)) / L. \quad (5.46)$$

Стоимость перевозки пассажиров на любую дальность (C , р.), вычисляются по формуле

$$C = T_{nac}^L \cdot n_{nac} \cdot L. \quad (5.47)$$

Сравнивая полученные стоимости для нового и эксплуатируемых ВС, можно решить задачу о рациональности использования спроектированного ВС на заданной дальности полета.

5.7.8 Оценка фондоемкости

Оценка фондоемкости осуществляется отношением *среднегодовой стоимости основных производственных фондов и оборотных средств гражданской авиации* к годовому объему транспортной продукции в условных тонно–километрах ($\Phi_{см}$, р.), вычисляют по формуле

$$\Phi_{см} = (C_{ос} + C_{об}) / \sum W_{т-км}^{усл}, \quad (5.48)$$

где $C_{ос}$ — стоимость основных производственных фондов гражданской авиации, р.;

$C_{об}$ — стоимость оборотных средств гражданской авиации, р.;

$W_{т-км}^{усл}$ — годовой объем транспортной продукции в условных тонно–километрах, произведенной всей гражданской авиацией, вычисляют по формуле

$$\sum W_{т-км}^{усл} = \sum (C_{т-км} \cdot L) + \sum (t \cdot N_{произв.}), \quad (5.49)$$

где $\sum (C_{т-км} \cdot L)$ — суммарный объем перевозок по всем ВС, т;

$\sum (t \cdot N_{произв.})$ — суммарный выполненный объем по всем ВС, т;

t — общий налет часов всех самолетов, ч;

$N_{произв}$ — нормативная производительность одного полета

соответствующего ВС, (т-км) .

5.7.9 Оценка экономической эффективности

Оценка экономической эффективности производится *сопоставлением полных затрат труда на создание ВС с экономией текущих затрат труда от его применения*. Для пассажирских и транспортных ВС при сопоставлении их друг с другом применяют приведенные затраты, включающие в себя себестоимость тонно–километра и капитальные вложения (a_{np} , р.), вычисляют по формуле

$$a_{np} = a + a_{\text{кап.вл.}}, \quad (5.50)$$

где a — себестоимость перевозок, р./ (т-км);

$a_{\text{кап.вл}}$ — приведенные капитальные вложения, р./ (т-км).

Массу коммерческой нагрузки для пассажирского ВС (m_n , р.), вычисляют по формуле

$$m_n = 90 \cdot m_{\text{нас.}} + 290 \cdot (V_{\text{баг}} - (20 \cdot n_{\text{нас.}} / 120)). \quad (5.51)$$

Себестоимость перевозок (a , р.), вычисляют по формуле

$$a = (100 \cdot A) / (k_{\text{ком}} \cdot m_n \cdot V_{\text{рейс}}), \quad (5.52)$$

где A — расходы на эксплуатацию ВС в течение летного часа, р./ч, вычисляют по формуле

$$A = A_{\text{ABC}} + A_{\text{АД}} + A_{\text{ТОВС}} + A_{\text{ТОД}} + A_{\text{Т}} + A_{\text{ЗП}} + B_{\text{АП}}, \quad (5.53)$$

где A_{ABC} — расходы на амортизацию ВС, р./ч., вычисляют по формуле

$$A_{ABC} = k_1 \cdot C_{BC} \cdot \left((1 + k_{pc} \cdot ((T_{BC}/t_{BC}) - 1)) / T_{BC} \right), \quad (5.54)$$

где $k_1 = 1,05$ — коэффициент, учитывающий непроизводственный налет (облет, тренировки, обучение экипажей и т. п.);

C_{BC} — стоимость ВС без двигателей, р.;

$k_{pc} = (0,11 + 2 \cdot 10^4) / C_{BC}$ — отношение стоимости одного капитального ремонта к первоначальной стоимости ВС;

T_{BC} — амортизационный или полный срок службы ВС, ч,
 $T_{BC} = 30000$ ч — для магистральных ВС, $T_{BC} = 25000$ ч — для ВС МВЛ;

$t_{BC} = 5000$ ч — срок службы ВС между капитальными ремонтами;

Расходы на амортизацию двигателей (A_{AD} , р.), вычисляют по формуле

$$A_{AD} = k_2 \cdot n_{\partial e} \cdot C_{\partial e} \cdot \left((1 + k_{pd} \cdot ((T_{\partial e}/t_{\partial e}) - 1)) / T_{\partial e} \right), \quad (5.55)$$

где $k_2 = 1,07$ — коэффициент, учитывающий непроизводственный налет;

$C_{\partial e}$ — стоимость ТРДД, р.;

k_{pd} — отношение стоимости одного капитального ремонта двигателя к его первоначальной стоимости $k_{pd} = 0,6$, или вычисляют по формуле

$$k_{pd} = 0,15 + 4,15 \cdot 10^{-5} \cdot (1 + 0,2 \cdot ((T_{\partial e}/t_{\partial e}) - 1)) \cdot T_{\partial e}, \quad (5.56)$$

где $t_{\partial e} = 3000$ ч — срок службы двигателя между капитальными ремонтами.

Расходов на текущий ремонт и техническое обслуживание ВС (A_{TOBC} , р./ч) вычисляют по формуле

$$A_{TOBC} = k_3 \cdot m_{нуст} \cdot 10^{-3} \cdot \left(4,4 - 0,1 \cdot \sqrt[3]{m_{нуст}} + 0,15 \cdot 10^{-4} \cdot m_{нуст} \right), \quad (5.57)$$

где $k_3 = 1-2$ — коэффициент, зависящий от типа двигателя;

Расходов на текущий ремонт и техническое обслуживание двигателей ($A_{ТОД}$, р./ч) вычисляют по формуле

$$A_{ТОД} = (0,16 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot n_{\text{дв}} \cdot \sqrt{P_{0i}}) / (1 + 7 \cdot 10^{-5} \cdot T_{\text{дв}}); \quad (5.58)$$

Стоимость расходуемого в полете топлива (A_T , р./ч) вычисляют по формуле

$$A_T = 0,051 \cdot k_5 \cdot m_{\text{т.расх}} \cdot (V_{\text{рейс.}} / L_{\text{расч.}}), \quad (5.59)$$

где $k_5 = 1,0$ — для дозвуковых ВС с ТРД и ТРДД;

$k_5 = 1,06$ — для сверхзвуковых пассажирских ВС;

$m_{\text{т.расх}}$ — масса расходуемого в полете топлива, кг;

$L_{\text{расч.}}$ — расчетная дальность полета, км;

Расходы на заработную плату ($A_{ЗП}$, р.) вычисляют по формуле

$$A_{ЗП} = C_{\text{лнс}} \cdot n_{\text{лнс}} + C_{\text{бн}} \cdot n_{\text{бн}}, \quad (5.60)$$

где $n_{\text{лнс}}$ — число членов летно-подъемного состава (летчики, штурманы, бортинженеры, радисты);

$n_{\text{бн}}$ — число бортпроводников;

$C_{\text{лнс}}$ и $C_{\text{бн}}$ — средняя часовая заработная плата летно-подъемного состава и бортпроводников, р./ч:

- $C_{\text{лнс}} = k \cdot 11, C_{\text{бн}} = K \cdot 4$ — для магистральных дозвуковых ВС и ВС МВЛ;

- $C_{\text{лнс}} = k \cdot 7,5, C_{\text{бн}} = K \cdot 20$ — для сверхзвуковых магистральных ВС;

- $C_{\text{лнс}} = k \cdot 8, C_{\text{бн}} = K \cdot 50$ — для многоцелевых ВС;

$k = 50$ — поправочный коэффициент на инфляцию;

Косвенные (аэропортовые) расходы, учитывающие затраты на содержание аэропортов и административно–технических служб ($B_{АП}$, р./ч), вычисляют по формуле

$$B_{АП} = 0,083 \cdot m_0^{0,7}, \quad (5.61)$$

где m_0 — взлетная масса ВС, кг;

$k_{ком} = 0,58$ — для магистрального дозвукового ВС;

$k_{ком} = 0,65$ — для магистрального сверхзвукового ВС;

$k_{ком} = 0,75$ — для легкого многоцелевого ВС.

Приведенные капиталовложения ($a_{кап.вл}$, р.), вычисляют по формуле

$$a_{кап.вл} = (100 \cdot E \cdot (1,05 \cdot C_{ВС} + 1,03 \cdot C_{дв} \cdot n_{дв} \cdot b)) / (k_{ком} \cdot m_n \cdot V_{рейс} \cdot B_{год}), \quad (5.62)$$

где $E = 0,12 \cdot (1/год)$ — нормативный коэффициент эффективности на один год капиталовложений;

$b = 1,17 + (0,29 \cdot B_{год} / t_{дв})$ — отношение числа двигателей, предназначенных для эксплуатации ВС, с учетом замен, к числу двигателей, установленных на ВС;

$B_{год}$ — вероятный годовой налет, ч.

5.8 Оценочные критерии совершенства военных воздушных судов

Как отмечалось выше, методы оценки стоимости военных ВС, сроки разработки и изготовления их опытных образцов, подготовки серийного производства в печати приводятся редко, так как это является коммерческой или государственной тайной. Для оценки военных ВС пользуются следующими основными критериями.

1. Комплексный критерий, связывающий геометрические, весовые и энергетические характеристики ВС:

а) взлетная тяговооруженность, определяемая отношением тяги на форсаже P_Φ к взлетному весу ВС $G_{B3Л}$ ($R_{B3Л}$), вычисляют по формуле

$$R_{B3Л} = P_\Phi / G_{B3Л} ; \quad (5.63)$$

б) боевая тяговооруженность, определяемая отношением тяги на форсаже P_Φ к весу боевой нагрузки G_B (R_B), вычисляют по формуле

$$R_B = P_\Phi / G_B ; \quad (5.64)$$

в) тяга на форсаже P_Φ приходящаяся на один квадратный метр миделева сечения $S_{МИД}$ (конструкторский критерий) (P_S), вычисляют по формуле

$$P_S = P_\Phi / S_{МИД} . \quad (5.65)$$

2. Весовые критерии, характеризующие рациональность конструктивно–силовой схемы (КСС) планера ВС, качество конструкторских и компоновочных решений, в которые входят следующие параметры:

а) коэффициент плотности компоновки ВС, определяемый отношением веса планера $G_{ПЛ}$ к объему у ВС $V_{ВС}$ ($\gamma_{ПЛ}$), вычисляют по формуле

$$\gamma_{ПЛ} = G_{ПЛ} / V_{ВС} ; \quad (5.66)$$

б) коэффициент весового совершенства конструкции планера, определяемый отношением веса планера $G_{ПЛ}$ к его омываемой площади $S_{ОМ}$ (q_S), вычисляют по формуле

$$q_S = G_{ПТ} / S_{ОМ} ; \quad (5.67)$$

в) относительная масса топлива во внутренних топливных баках (компоновочный критерий) ВС к весу пустого ВС $G_{ПУСТ}$ ($G_{ТО}$), вычисляют по формуле

$$G_{ТО} = G_T / G_{ПУСТ} . \quad (5.68)$$

3. Геометрические критерии, оценивающие уровень совершенства внешней и внутренней компоновки ВС, в которые входят следующие параметры:

а) относительная площадь миделевого сечения определяемая как отношение площади миделевого сечения $S_{МИД}$ к площади омываемой поверхности ВС $S_{МО}$ ($S_{МО}$), вычисляют по формуле

$$S_{МО} = S_{МИД} / S_{МО} ; \quad (5.69)$$

б) относительный объем топливных определяемый отношением объема топливных баков V_T к объему ВС $V_{ВС}$ ($V_{ТО}$), вычисляют по формуле

$$V_{ТО} = V_T / V_{ВС} . \quad (5.70)$$

4. Выходные критерии, напрямую характеризующие уровень летно-технических характеристик ВС, в которые входят следующие параметры:

а) относительный километровый расход топлива при полете на малой высоте полета, определяемый отношением километрового расхода топлива на малой высоте полета q_{KM} к площади омываемой поверхности ВС $S_{МО}$ (q_{KMO}), вычисляют по формуле

$$q_{кМО} = q_{кМ} / S_{МО}; \quad (5.71)$$

б) относительный километровый расход топлива при полете на большой высоте полета определяемый отношением километрового расхода топлива на при полете на большой высоте $q_{кБ}$ к среднему весу ВС $G_{СР}$ ($q_{кБО}$), вычисляют по формуле

$$q_{кБО} = q_{кБ} / G_{СР}. \quad (5.72)$$

В таблице 5.3 сравниваются некоторые из критериев указанных групп для ВС Су-27 и наиболее удачных зарубежных истребителей, в том числе 4-го поколения: F-15A; F-15C, F-16A, F/A -18, «Мираж»-2000.

Таблица 5.3 — Оценка совершенства истребителей

Группа	Критерии совершенства ВС	F-4E	F/A-18	F-16A	F-15A	F-15C	Мираж 2000	Су-27
Комплексные критерии	Взлетная тяговооружённость	0,76	0,90	1,02	1,14	1,05	0,81	1,15
	Боевая тяговооружённость	0,93	1,06	1,15	1,26	1,41	1,10	1,29
	Тяга приходящаяся на 1 м ² миделева сечения (кон-й кр.)	4,1	5,1	4,7	5,3	5,3	3,8	6,4
Весовые критерии	Коэффициент плотности компоновки ВС	410	448	415	380	340	428	438
	Коэффициент весового совершенства конструкции планера	26,2	22,2	20,6	20,1	20,9	20,5	20,9
	Относительная масса топлива во внутренних баках (компоновочный критерий)	0,36	0,48	0,455	0,425	0,463	0,69	0,56
Геометрические критерии	Относительная площадь миделева сечения	0,06	0,044	0,049	0,048	0,048	0,053	0,04
	Относительный объем топливных баков	0,18	0,208	0,172	0,128	0,138	0,188	0,22
Выходные критерии	Относительный км-расход топлива на малой высоте	0,03	0,03	0,027	0,022	0,023		0,02
	Относительный км-расход топлива при полете на большой высоте		0,171	0,154	0,121	0,126		0,10

5.9 Основные новшества и усовершенствования в конструкции перспективных истребителей

Изучение зарубежных и отечественных информационно–технических материалов по перспективным истребителям позволяет выделить основные

научно–технические новшества и усовершенствования, характерные для самолетов–истребителей:

а) аэродинамика и компоновка:

- несущий корпус;
- крыло, объединенное с фюзеляжем;
- статическая неустойчивость;
- адаптивное крыло;
- непосредственное управление аэродинамическими силами за счет

установки ПГО с оптимизацией несущих свойств;

- конфигурация ВС, определенная системой управления;
- конформное размещение оружия и дополнительного топлива;

б) силовая установка:

- электродистанционное управление силовой установкой (ЭДСУ);
- управление вектором тяги;

в) кабина:

- многофункциональные жидко-кристаллические индикаторы;
- управление ВС с вынесенной на правый борт ручкой управления

самолетом (РУС);

- размещение кресла пилота под минимальным углом к СГФ

позволяющим переносить большие перегрузки;

г) управление вооружением и полетом:

- мультиплексный канал информационного обмена;
- бортовая радиолокационная станция с ФАР или АФАР; БРЛС обзора

задней полусферы (ЗПС);

- групповые полуавтономные действия;
- низковысотный полет с аппаратурой слежения за рельефом местности;
- автоматизация атаки нескольких целей;
- цифровая электродистанционная система управления самолетом (СДУ);
- комплексная система управления вооружением и полетом.

Использование систем интеллектуальной помощи экипажу.

В таблице 5.4 показана степень реализации новых научно–технических достижений в модификациях самолета Су-27 по сравнению с серийным ВС.

Таблица 5.4 — Новшества и усовершенствования в перспективных истребителях

Перечень новшеств и усовершенствований	Серийное ВС Су-27	Модернизация Су-27	Пути дальнейшей модернизации
1	2	3	4
Аэродинамика и компоновка			
Несущий корпус	Реализовано	Дальнейшее развитие	
Крыло, объединенное с фюзеляжем	«←»	«←»	
Статическая неустойчивость	Неустойчивость в продольном канале (5%)	Расширенная неустойчивость в продольном канале	Введение неустойчивости в путевом канале
Адаптивное крыло	Управление носком и флапероном в зависимости от α	Управление носком и флапероном в зависимости от α и М	Дальнейшее развитие
Непосредственное управление силами	То же	Установка ПГО с оптимизацией несущих свойств	То же
Конфигурация ВС, определяемая системой управления	Реализовано	Дальнейшее развитие	
Комфортное размещение оружия и дополнительного топлива	«←»	Комфортный контейнер для ракет класса «воздух-воздух»	Контейнер для ракет класса «воздух-воздух», комфортные баки
Силовая установка			
ЭДСУ силовой установки	-	Реализуется	
Управление вектором тяги	-	«←»	
Кабина			
Многофункциональные жидкокристаллические индикаторы	-	Оснащается	Дальнейшее развитие
Управление самолетом боковой ручкой	-	Реализуется	

Продолжение таблицы 5.4

1	2	3	4
Кабина, позволяющая экипажу переносить большие перегрузки	-	Увеличен угол наклона кресла	Дальнейшее развитие
Управление вооружением и полетом			
Мультиплексный канал информационного обмена	Отсутствует	Реализуется	Дальнейшее развитие
Бортовая РЛС переднего обзора	Установлена БРЛС с механической антенной	Установлена многорежимная БРЛС с ФАР	Проработка БРЛС с активной ФАР и расширенными характеристиками
Бортовая РЛС обзора ЗПС	-	Реализуется	Дальнейшее развитие
Групповые полуавтономные действия	Реализованы режимы КН, БН, БП при одиночных действиях	Частично реализуются режимы группового наведения	Алгоритмизация групповых действий и рубежных задач
Автоматизация группового взаимодействия	Реализовано	Информационное, огневое, помеховое взаимодействие	Автоматизация траекторного взаимодействия
Низковысотный полет	Отсутствует	Реализуется	
Автоматизация атаки нескольких целей	-	«←»	
Электродистанционная система управления самолетом	Реализована аналоговая СДУ в одном канале	Реализация цифровой СДУ во всех каналах управления	
Комплексная система управления вооружением и полетом	-	Комплексная СУВ и КРЭП. Реализация объединенной ЭДСУ самолета и двигателя	Объединение СУВ, КРЭП и САУ самолетом и двигателем
Использование систем интеллектуальной помощи экипажу	Отсутствует	Частично реализуются системы подсказок	Использование БОСЭС

6 Оценка эффективности научно–исследовательских и опытно–конструкторских работ

6.1 Финансовые критерии оценки проекта

Важно четко различать окончательную эффективность проекта и затраты компании до того момента, когда проект начнет давать отдачу.

Высокая оценка окончательной эффективности проекта может отвлечь внимание от истощения финансовых ресурсов компании ввиду затрат на разработку и внедрение, которые состоят из затрат на НИОКР, включая создание опытного образца, капитальных вложений в производственные мощности, затрат на подготовку производства на серийном заводе, а также стартовых рыночных затрат.

Крайне важны не только размер отвлеченных средств, но и время их инвестирования. Наличие финансовых ресурсов для реализации проекта НИОКР зависит от состояния компании, определяемого всей ее деятельностью, всеми затратами и доходами. Поэтому денежные потоки компании, в том числе и при реализации проекта, должны оцениваться с максимально возможной точностью. Такой анализ может выявить следующее:

- максимальное значение отрицательного денежного потока не превышает финансовых ресурсов фирмы. В этом случае финансовые ограничения будут слабо влиять на выбор проекта;

- требуемые финансовые ресурсы достигли предела ожидаемого наличия средств. Риск нехватки средств возрастает, и надо пересмотреть график разработки, передвинуть максимум затрат во времени или разработать чрезвычайный план пополнения финансовых ресурсов;

- потребности в фондах могут превзойти их вероятное наличие. Проект может быть прекращен или может быть использовано лицензирование, совместная разработка с другими фирмами.

Ни одна из инвестиционных возможностей не должна рассматриваться

изолированно от всего портфеля инвестиций (на диверсификацию компании, расширение и модернизацию производства, НИОКР). Портфель НИОКР постоянно меняется. Его содержание всегда зависит от прошлых решений, однако балансировка требует появления новых проектов.

При финансовом анализе инвестиций в промышленные мощности и в НИОКР можно отметить следующее различие. Финансовая информация в случае принятия решения, например, о строительстве завода более надежна, чем при решениях по большинству научно-технических проектов, особенно на ранних этапах. С другой стороны, НИОКР имеют то преимущество, что их обычно можно прекратить с меньшими финансовыми потерями.

В процессе разработки проекта имеют место определенные «контрольные точки»:

- решение о разработке полного комплекта рабочей документации;
- решение о производстве опытного образца;
- решение о создании производственной базы.

В случае положительного решения в каждой «контрольной точке» выделяются соответствующие финансовые ресурсы. Поэтому до перехода к следующей фазе проекта должна осуществляться его переоценка, т.е. финансовый анализ. При этом снижение технической неопределенности — лишь одна сторона такого уточнения. Другая цель — уменьшение экономической неопределенности проекта, его рыночной будущности.

При определенных обстоятельствах для крупных проектов стоимость разработки может выступать в качестве решающего фактора. В таких случаях требуются более точные оценки, и, следовательно, необходимо сосредоточить усилия на получении необходимой информации. Рассмотрим несколько конкретных ситуаций. Для определенного круга сложных технических изделий характерны высокий уровень затрат на НИОКР и небольшое количество изделий на стадии производства. В этом случае может оказаться желательным уменьшение общих затрат на НИОКР за счет некоторого понижения технического уровня изделий. Однако подобное снижение затрат на НИОКР

может привести к увеличению удельных издержек производства. Ситуация иллюстрируется рисунком 6.1, где вариант 1 — высокие затраты на НИОКР, низкие удельные производственные издержки; вариант 2 — сниженные затраты на НИОКР и более высокие удельные производственные расходы. Очевидно, что при сравнительно небольших объемах выпуска выгоднее вариант 2 финансовой политики.

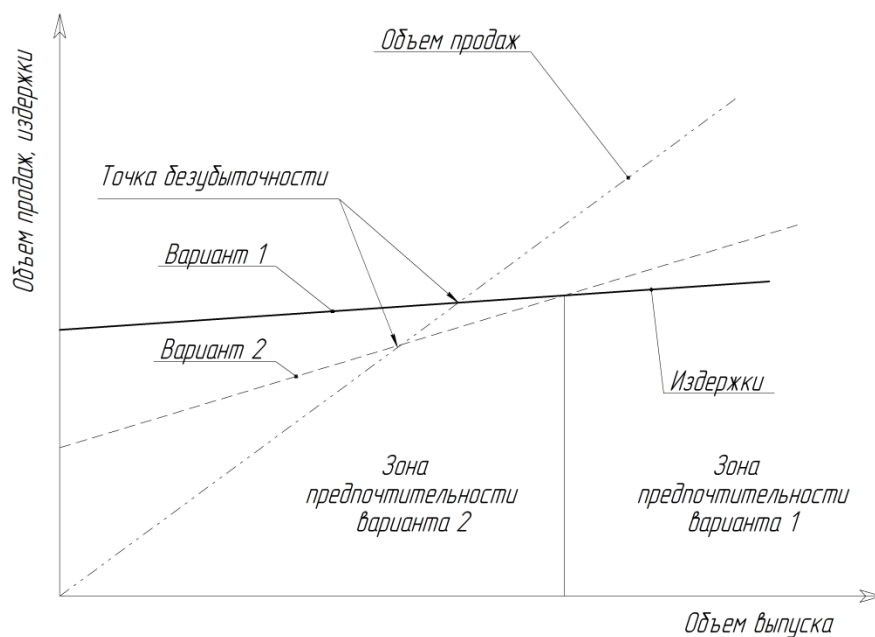


Рисунок 6.1 — Чувствительность прибыли к стоимости НИОКР для высокотехнологичных проектов с низким объемом продаж

При ориентации на создание продукта с коротким жизненным циклом (например, при прогнозе появления нового технического принципа) финансовый успех в большей мере будет зависеть от удлинения жизненного цикла товара за счет его более быстрой разработки и внедрения на рынке. Таким образом, могут оказаться целесообразными дополнительные затраты на ускорение НИОКР.

При разработке продукта, предназначенного для рынка, занятого уже освоенным продуктом, выпускаемым конкурентом, успех будет зависеть или от разработки более дешевого или более качественного продукта. Однако априори неясно, что предпочтет потребитель. Поэтому необходимы дополнительные затраты на маркетинговые исследования, поскольку

правильное решение имеет ключевое значение для успеха продукта. Следует отметить, что повышение технического уровня, как правило, сопровождается возрастанием издержек производства.

Таким образом, финансовый анализ может рассматриваться как непрерывный процесс в рамках НИОКР. Реалистичный подход к проблеме базируется:

- на признании того факта, что первоначальный отбор — ограниченное решение;

- на выявлении тех областей, где экономический успех особенно чувствителен к ошибкам в оценках;

- на выделении ресурсов на информацию в этих «чувствительных областях»;

- на использовании полученной информации для принятия решений (отказ от проекта, его переориентировка, необходимость дополнительных затрат на информацию, имеющую решающее значение).

6.2 Оценка научно–технической результативности научно–исследовательских и опытно–конструкторских работ

Результатом НИОКР является достижение научного, научно–технического, экономического и социального эффектов. Научный эффект характеризуется получением новых научных знаний и отражает прирост информации, предназначенной для «внутринаучного» потребления. Научно–технический эффект характеризует возможность использования результатов выполняемых исследований в других НИР и ОКР и обеспечивает получение информации, необходимой для создания новой продукции. Экономический эффект характеризует коммерческий эффект, полученный при использовании результатов прикладных НИР. Социальный эффект проявляется в улучшении условий труда, повышении экономических характеристик, развитии культуры, здравоохранения, науки, образования.

Научная деятельность носит многоаспектный характер, ее результаты, как правило, могут использоваться во многих сферах экономики в течение длительного времени.

Оценка научной и научно–технической результативности НИР производится с помощью системы взвешенных балльных оценок. Для фундаментальных НИР рассчитывается только коэффициент научной результативности, таблица 6.1, а для поисковых работ и коэффициент научно–технической результативности, таблица 6.2.

Таблица 6.1 — Характеристики факторов и признаков научной результативности НИР Продолжение таблицы 6.1

Фактор научной результативности	Коэф. значимости фактора	Качество фактора	Характеристика фактора	Коэф. достигнутого уровня
Новизна полученных результатов	0,5	Высокая	Принципиально новые результаты, новая теория, открытие новой закономерности	1,0
		Средняя	Некоторые общие закономерности, методы, способы, позволяющие создать принципиально новую продукцию	0,7
		Недостаточная	Положительное решение на основе простых обобщений, анализа связей факторов, распространение известных принципов на новые объекты	0,3
		Тривиальная	Описание отдельных факторов, распространение ранее полученных результатов, реферативные обзоры	0,1
Глубина научной проработки	0,35	Высокая	Выполнение сложных теоретических расчетов, проверка на большом объеме экспериментальных данных	1,0
		Средняя	Невысокая сложность расчетов, проверка на небольшом объеме экспериментальных данных	0,6
		Недостаточная	Теоретические расчеты просты, эксперимент не проводился	0,1
Степень вероятности успеха	0,15	Большая		1,0
		Умеренная		0,6
		Малая		0,1

Оценки коэффициентов могут быть установлены только на основе опыта и знаний научных работников, которые используются как эксперты. Оценка научно-технической результативности прикладных НИР производится на

основе сопоставления достигнутых в результате выполнения НИР технических параметров с базовыми (которые можно было реализовать до выполнения НИР).

Таблица 6.2 — Характеристики факторов и признаков научно–технической результативности НИР

Фактор научно-технической результативности	Коэф. значимости фактора	Качество фактора	Характеристика фактора	Коэф. достигнутого уровня
Перспективность использования результатов	0,5	Первостепенная	Результаты могут найти применение во многих научных направлениях	1,0
		Важная	Результаты будут использованы при разработке новых технических решений	0,8
		Полезная	Результаты будут использованы при последующих НИР и разработках	0,5
Масштаб реализации результатов	0,3	Национальная экономика	Время реализации: до 3 лет,	1,0
			до 5 лет,	0,8
		до 10 лет,	0,6	
Отрасль	свыше 10 лет	0,4		
	Отдельные фирмы и предприятия	Время реализации: до 3 лет,	0,8	
до 5 лет,		0,7		
до 10 лет,	0,5			
свыше 10 лет	0,3			
Завершенность результатов	0,2	Высокая	Техническое задание на ОКР	1
		Средняя	Рекомендации, развернутый анализ, предложения	0,6
		Недостаточная	Обзор, информация	0,4

В этом случае коэффициент научно–технической результативности (K_{mp}), вычисляют по формуле

$$K_{mp} = \sum_{i=1}^k K_{ВЛЛ} K_{Пi} , \quad (6.1)$$

где k — число оцениваемых параметров;

$K_{\text{вли}}$ — коэффициент влияния i -го параметра на научно–техническую результативность;

$K_{\text{Пi}}$ — коэффициент относительного повышения i -го параметра по сравнению с базовым значением.

Для удобства выполнения расчетов данные представлены в таблице 6.3.

Таблица 6.3 — Оценка научно–технической результативности прикладных НИР

Параметр	Единица измерения	Коэф. влияния	Значения параметров		$K_{\text{Пi}}$	$K_{\text{вли}}, K_{\text{Пi}}$
			достигнутые	базовые		
						Сумма =

Список использованных источников

1. Андреев, Г.И. Практикум по оценке интеллектуальной собственности / Г.И. Андреев, В.В. Витчинка, С.А. Смирнов. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 212 с.
2. Андреева, Т.Н. Управление знаниями: Хрестоматия / Т.Н. Андреева, Т.П. Гутникова. – СПб.: Изд-во «Высшая школа менеджмента», 2009. – 185 с.
3. Бовин, А.А. Интеллектуальная собственность: экономический аспект: учебное пособие / А.А. Бовин, Л.Е. Чередникова. – М.: ИНФРА-М; Новосибирск: НГАЭиУ, 2001. – 178 с.
4. Боер Ф. Питер. Оценка стоимости технологий: проблемы бизнеса и финансов в мире исследований и разработок: пер. с англ. / Боер Ф. Питер. – М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2007. – 448 с.
5. Васильева, И.В. Оценка стоимости бренда: проблемы и методики (зарубежный и отечественный опыт: монография / И.В. Васильева, Т.Н. Васильева, В.И. Мухопад. – М.: Граница, 2008. – 288 с.
6. Есипов, В.Н. Оценка бизнеса / В.Н. Есипов, Г.К. Маховикова, В.Г. Терехова. – СПб.: Питер, 2010. – 125 с.
7. Конов Ю.П. Экономическая оценка использования изобретений: учебное пособие / Ю.П. Конов, Л.П. Фатькина. – М.: ВНИИПИ, 1994. – 142 с.
8. Корчагин В. А. Научные выводы и заключение совета по диссертации: Рекомендации по написанию / В.А. Корчагин. – Липецк: ЛГТУ, 2002. - 24 с.
9. Макарова Т.В. Методика оценки программного обеспечения / Т.Н. Макарова, Л.Н. Устинова. – М.: РИИС, 2000. – 147 с.
10. Мельников, О.Н. Управление интеллектуально-креативными ресурсами наукоемких производств / О.Н. Мельников. – М.: Машиностроение, 2004. – 136 с.
11. Методика экономической оценки пассажирских самолетов : учебное пособие / А.Д. Припадчев, Н.З. Султанов, Т.Н. Шаталова, О.А. Тихонова. - Оренбург: ГОУ ОГУ, 2009.- 121 с.

12. Оценка интеллектуальной собственности / Под ред. С.А. Смирнова. – М., 2002.

13. Основы научных исследований: Уч.пос./ Сост. Яшина Л.А. Сыктывкар: Изд-во СыктГУ, Сыктывкар, 2004. – 62 с.

14. Оценка стоимости нематериальных активов и интеллектуальной собственности / А.Н. Козырев, В.Л. Макаров. – М.: Интерреклама, 2003. – 352 с.

15. Пузыня, Н.Ю. Оценка и управление нематериальными активами компании / Н.Ю. Пузыня. – СПб. : Изд-во СПбГЭУ, 2013. – 179 с.

16. Риски и безопасность авиационных систем : монография / [Г.Н. Гипич и др.]. – М.: ФГУП ГосНИИГА, 2016. – 232 с.

Учебное пособие

Алексей Дмитриевич Припадчев

Александр Алексеевич Горбунов

**ОЦЕНКА СТОИМОСТИ НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ В АВИАСТРОЕНИИ**

ISBN 978-5-7410-1653-4

