

Проект

МЕТОДИКА  
ФОРМИРОВАНИЯ НАЦИОНАЛЬНОГО ПЛАНА РАЗВИТИЯ НАУКИ И  
ТЕХНОЛОГИЙ В АВИАСТРОЕНИИ

## СОДЕРЖАНИЕ

стр.

1. Общие положения.....	3
2. Реализация методики.....	7
2.1 Основные определения.....	7
2.2 Процедура формирования проекта плана.....	8
3. Используемые источники.....	15
4. Приложение 2. Заявка на НИР (форма).....	16

## Введение

Планирование в национальных, отраслевых и корпоративных масштабах уже более полувека стало одним из звеньев управления экономического развития. Компьютеризация управления вызвала к жизни разработку экономико-математических методов и внедрение их в экономическую практику. На уровне предприятия (корпорации) для целей планирования успешно применяется линейное программирование (первоначальное название, данное его автором акад. Л.В. Канторовичем, – метод последовательного улучшения плана); на национальном уровне – межотраслевой баланс и т.д.

Цель использования этих методов – оптимальное, т.е. обеспечивающее максимум прибыли, распределение имеющихся трудовых и финансовых ресурсов для конкретного вида производства, использующего известную технологию, или обеспечение баланса «производство – потребление». Общим для этих двух проблем является наличие детерминированных моделей и известных значений удельных показателей, характеризующих производство. Планирование такого рода можно назвать *текущим*.

Иная задача возникает при формировании *перспективного* плана, предполагающего создание новых производств, новых продуктов и услуг, когда и потребные затраты и сроки, и даже потребительские свойства предполагаемого к производству продукта носят вероятностный характер.

Еще более сложной является задача формирования перспективного плана научно-исследовательских работ, направленных на создание научно-технического задела, который мог бы использоваться для полномасштабной разработки нового продуктового ряда. Для решения этой задачи необходим социально-экономический прогноз будущего («будущие вызовы»), анализ развития всего спектра научных исследований с выявлением потенциально революционных «веточек» науки, способных изменить производство, транспорт и связь, а также оценки вероятности успеха разработки, потребных ресурсов и сроков появления новых технологий.

В настоящее время отсутствуют формализованные экономико-математические методы решения проблемы, и соответствующие структуры США и объединенной Европы, не дожидаясь создания таких методов, пытаются построить организационную процедуру принятия решений, снижающую риск при планировании перспективных планов научных исследований.

## 1. Общие положения

Инновационное развитие экономики, особенно в высокотехнологичных отраслях, требует своевременного формирования научно-технического задела (НТЗ), позволяющего перейти к полномасштабной разработке изделия без высокого технического риска. Степень технического риска определяется *уровнем завершенности* разработки технологии (Рис.1) и *вкладом* рассматриваемой технологии в реализацию рассматриваемого изделия или проекта (программы).

Как правило, от технологической идеи до ее реализации в промышленном масштабе проходит достаточно продолжительный период времени, связанный с обоснованием предлагаемой технологии, ее апробации в модельном и/или полунатурном эксперименте, оценки готовности производства, влияния на окружающую среду и т.д. Для обеспечения высокой конкурентоспособности будущего изделия должен быть рассмотрен ряд альтернативных вариантов технологии, *вероятность успеха* в реализации каждой из которых различна.

При формировании перспективного плана научно-исследовательских работ (НИР) не должны быть упущены потенциально эффективные, но недостаточно изученные предложения. Для этого необходим прогноз как социально-экономического (потребности), так и технологического (возможности) развития на достаточно большой период времени (10 – 20 лет).

Однако *ресурсы*, которые могут быть выделены на разработку новых технологий, ограничены, и возникают две проблемы:

- отбора наиболее эффективных предложений по разработке новых технологий и
- распределения ресурсов между принятыми к разработке НИР.

Эффективность любой НИР может быть оценена по вкладу разрабатываемой технологии в решение проблемы, определяемой *основными направлениями* (таблица 1), которые задаются на отраслевом или государственном уровне. Вклад технологии в решение проблемы измеряется приращениями *целевых индикаторов*, описывающих основное направление (таблица 2). При этом темп и приращение уровня завершенности каждой из принятых к разработке технологий за планируемый период должны быть достаточными для обеспечения возможности использования созданного НТЗ в промышленных разработках.

Если суммарные ресурсы всех разработчиков достаточны для выполнения предлагаемого комплекса исследований и разработок, задача завершается оценкой ожидаемой к концу планируемого периода степени завершенности каждого из основных направлений. Если оценка степени завершенности по некоторым из основных направлений отстает от желаемой, объявляется дополнительный сбор предложений, способствующих повышению степени завершенности данного направления.

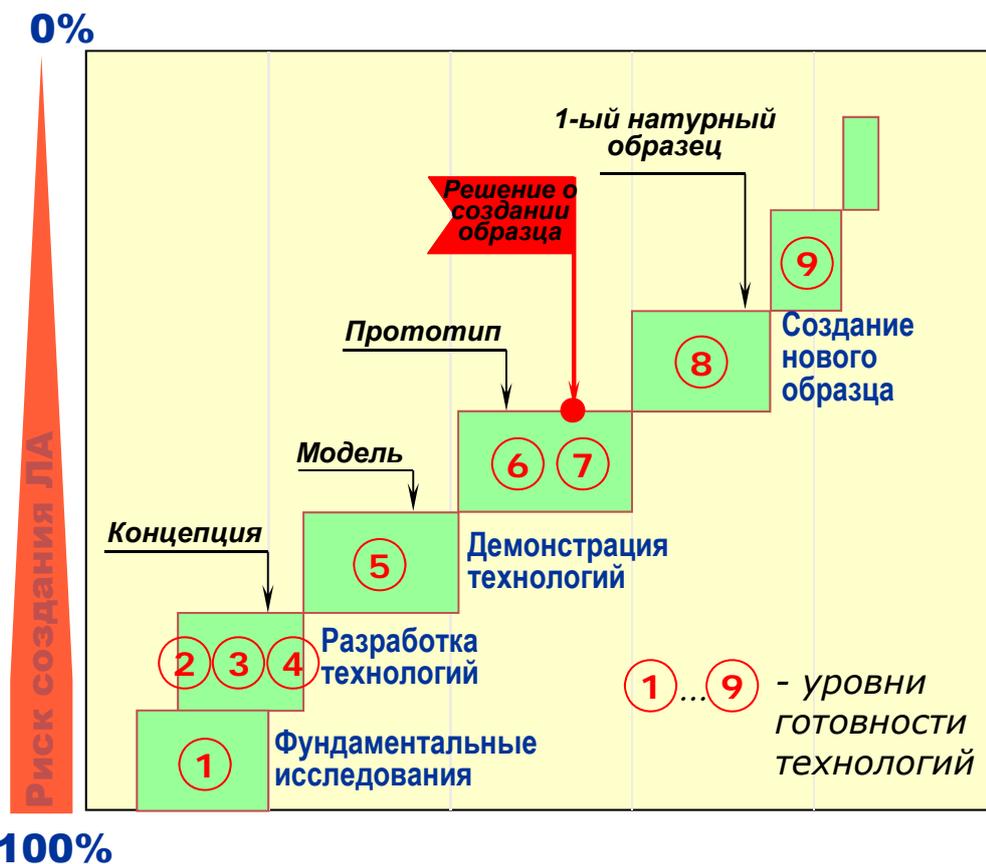


Рис.1 – Уровни готовности технологий в инновационном подходе при создании новой техники

Таблица 1 – Содержание основных направлений

№	Содержание основного направления
1	Безопасность и надежность
2	Экология и эргономика
3	Энергетика и ресурсосбережение
4	Доступность воздушного транспорта
5	Боевая мощь
6	Высокая выживаемость
7	Аэромобильность
8	Боевое обеспечение
9	Системная интеграция технологий
10	Конкурентоспособность национальной авиационной науки

Таблица 2 – Целевые показатели (индикаторы) развития НТЗ и технологий

Код	1- Индикаторы создания НТЗ в области развития авиационной науки
101	Уровень соответствия математических моделей образцам АТ (%)
102	Увеличение общего числа статей, вошедших в индексы цитируемости в (раз)
103	Число зарегистрированных договоров об уступке патента и лицензионных договоров
104	Число выданных патентов (свидетельств) Российской Федерации на изобретения
105	Повышение информативности типового эксперимента в (раз)
106	Сокращение стоимости типовых испытаний в (раз)
107	Сокращение сроков проведения типовых испытаний в (раз)
108	Количество вновь созданных объектов интеллектуальной собственности экспериментальной базы, соответствующих мировому уровню, единиц
109	Количество вновь разработанных и внедренных технологий экспериментальных исследований, единиц
110	Количество вновь введенных в эксплуатацию технологических комплексов, оснащенных оборудованием и объектами инфраструктуры и соответствующих лучшим мировым аналогам, единиц
111	Сокращение сроков разработки АТ в (раз)
Код	2 - Индикаторы создания НТЗ в области развития воздушного транспорта
201	Снижение аварийности в (раз)
202	Снижение шума относительно главы 4 норм ИКАО на, (EPNdБ)
203	Снижение эмиссии NOx относительно норм ИКАО 2008г. в (раз)
204	Снижение расхода топлива и эмиссии CO2 в (раз)
205	Снижение удельной суммарной трудоемкости технического обслуживания в (раз)
206	Снижение удельной стоимости жизненного цикла изделий АТ в (раз)
207	Повышение налета на отказ и повреждение ВС в (раз)
208	Снижение доли задержанных вылетов по техническим причинам в (раз)
209	Повышение назначенных межремонтных и календарных сроков службы в (раз)
210	Полнота и глубина охвата конструкции системой диагностики (%)

Таблица 2– Целевые показатели (индикаторы) развития НТЗ и технологий  
(продолжение)

Код	3 - Индикаторы создания НТЗ в области развития боевой авиации
301	Повышение характеристик боевой живучести и выживаемости летательных аппаратов, в том числе дистанционно пилотируемых и беспилотных летательных аппаратов при эксплуатации в условиях противодействия противника в (раз)
302	Сокращение времени готовности АК по назначению в (раз)
303	Увеличение ущерба противнику в одном вылете в (раз)
304	Повышение вероятности победы в воздушном бою в (раз)
305	Снижение времени перебазирования и скорости доставки боевой нагрузки к цели в (раз)
306	Повышение налета на авиационное происшествие в (раз)
307	Повышение комплексных показателей надежности (коэффициенты: готовность, оперативная готовность, техническое использование, планируемое применение, сохранение эффективности) в (раз)
308	Повышение налета на отказ и повреждение в (раз)
309	Снижение удельной суммарной трудоемкости технического обслуживания в (раз)
310	Повышение уровня конструктивно-производственных и эксплуатационных факторов в (раз)
311	Повышение назначенных межремонтных и календарных сроков службы в (раз)

Сложность описываемой задачи состоит в отсутствии методов получения объективных количественных измерителей таких показателей как вклад разрабатываемой технологии в основное направление, вероятность успеха в реализации технологии, приращение уровня готовности технологии за планируемый период.

В этой ситуации практически единственным методом получения искомых значений может быть метод экспертных оценок, использующий осредненные значения, указанные группой экспертов, каждый из которых на основании своего личного опыта и интуитивного представления о содержании объявленного основного направления дает количественную оценку значения того или иного показателя.

Метод экспертных оценок успешно использовался в ЦАГИ в 70-80-е годы прошлого столетия [1] для формирования плана научно-исследовательских работ в условиях ограниченных ресурсов и высокой активности научных работников, предлагавших включить в план НИР работы (в том числе с весьма неопределенной вероятностью успеха) по весьма широкому кругу проблем.

## 2. Реализация методики

### 2.1 Основные определения

Для исключения неоднозначного понимания используемой в пределах описываемой методики терминологии вводятся следующие термины и определения:

- **основное направление** (технологическая платформа) «коммуникационный инструмент, направленный на активизацию усилий по созданию перспективных коммерческих технологий, новой продуктов (услуг), на привлечение дополнительных ресурсов для проведения исследований и разработок на основе участия всех заинтересованных сторон (бизнеса, науки, государства, гражданского общества), совершенствования нормативно-правовой базы в области научно-технологического, инновационного развития» [2], сформированное директивным органом – Правительственной комиссией по высоким технологиям и инновациям.

- **показатель (индикатор)** – количественно выраженная характеристика достижения целей или решения задач [3];

- **уровень готовности** (завершенности) **технологии** – система количественного измерения для оценки степени завершенности конкретной технологии и обоснованного сравнения завершенности технологий разного типа [4];

- **полезность НИР** – количественная оценка, используемая при ранжировании работ при распределении ресурсов.

Коэффициент полезности  $j$ -ой НИР определяется согласно формуле:

$$K_j = P_j^{100} \cdot \left( \frac{u_{\text{кон}} - u_0}{(6 - u_0) \cdot \Delta t} \right)_j \cdot \sum_{k=1}^{10} \varphi_{kj}, \quad (1)$$

где  $\varphi_{kj}$  - вклад  $j$ -ой НИР в  $k$ -ое основное направление;

$P_j^{100}$  - вероятность успеха в реализации технологии, разрабатываемой в рамках  $j$ -ой НИР при требуемом (100 %-ом) уровне обеспечения ресурсами;

$\frac{u_{\text{кон}} - u_0}{(6 - u_0) \cdot \Delta t}$  - темп приращения уровня завершенности технологии, разрабатываемой в рамках  $j$ -ой НИР за планируемый период.

В последней формуле:

$u_0$  – уровень завершенности технологии, разрабатываемой по  $j$ -ой НИР, на момент начала работ;

$u_{\text{кон}}$  - ожидаемый уровень завершенности технологии, разрабатываемой по  $j$ -ой НИР, к концу планируемого периода;

$\Delta t$  - продолжительность планируемого периода;

$b$  – максимальный уровень завершенности технологии, возможный для научно-исследовательских работ по формированию НТЗ (см. рис );

- **ресурсы** – людские, материальные или финансовые затраты, необходимые для проведения исследований и разработок по  $j$ -ой НИР. Объем ресурсов измеряется в натуральных показателях (трудоемкость, время использования экспериментальной установки и др.) или в стоимостных (закупка оборудования, договорные работы и др.). При наличии нормативов на стоимость чел.-час (нормо-час) и др. все ресурсы могут рассчитываться в стоимостных показателях;

$$\text{- относительная полезность } j\text{-ой НИР} - \bar{K}_j = \frac{K_j}{\sum_{j=1}^J K_j};$$

## 2.2 Процедура формирования проекта плана

В соответствии с изложенной выше концепцией формирования плана НИР предлагается разделить работы на три этапа:

- экспертная оценка полезности каждой из предложенных работ, позволяющая ранжировать работы;

- обработка результатов экспертизы, а также сопоставление потребных и располагаемых ресурсов как в натуральных показателях, так и по обобщенному показателю (стоимости);

- «оптимизация» плана по критерию максимума эффекта при равенстве потребных и располагаемых ресурсов.

На каждом этапе предусматривается ряд технических операций, обеспечивающих автоматизированный сбор и обработку информации, поскольку число предлагаемых работ достигает сотен наименований, а данные о каждой из работ – это десятки чисел и вербальное описание работы.

Началу работы предшествует ряд организационных решений:

- разработка форм представления информации;

- определение количества экспертных комиссий, их численного и персонального состава;

- определение и обучение ответственных за сбор информации;

- подготовка программного обеспечения для компьютерной обработки информации;

- подготовка сетевого графика работ по формированию плана.

**1-й этап.** Исходными служат данные, приведенные исполнителем при заполнении формы 1 (приложение 1).

В первых четырех столбцах формы дается порядковый номер предлагаемой НИР, наименование работы, ее код, составленный из номера подразделения (организации) и порядкового номера работы среди представляемых подразделением, и указание на подразделения-соисполнители НИР.

Вторая группа столбцов (№№ 6 - 16) включает сведения о планируемом периоде НИР (годы начала и конца) и потребных ресурсах для выполнения НИР. Поскольку данные об экспериментальных работах зависят от содержания эксперимента, они вносятся в отдельную таблицу на листе 2 формы 1 (приложение 2), переход к которой происходит по ссылке в столбце 11.

В столбцы 15 – 16 исполнителем работы вносятся соответствующие таблице 1 данные об уровнях завершенности (рис. 2) предлагаемой к разработке технологии на момент начала работы и прогнозируемом к концу планируемого периода. При этом исполнитель высказывает свое представление о вероятности успеха в реализации предлагаемой к разработке технологии. В столбце 17 указывается вероятность успеха при неограниченных ресурсах, т.е. физическая реализуемость предложения, столбцы 18 - 19 дают представление о влиянии уровня обеспеченности ресурсами на темпы продвижения к конечному результату – вероятность завершения работы к концу планируемого периода, если для выполнения НИР будет выделено 50% или 25% от запрашиваемого исполнителем.

Тип деятельности	Шкала	Готовность технологии
Испытания, запуск и эксплуатация системы	9	Проверка в полете реальной системы
	8	Выполнение и проверка в полете реальной системы путем испытаний и демонстрации (на земле или в полете)
Разработка систем/подсистем	7	Демонстрация прототипа системы в воздушном пространстве
	6	Демонстрация прототипа или модели системы/подсистемы в соответствующих условиях (на земле или в воздухе)
Демонстрации технологий	5	Проверка элементов и/или макета в соответствующих условиях
	4	Проверка элементов и/или макета в лабораторных условиях
Разработка технологии	3	Аналитическое и экспериментальное подтверждение концепции критической функции и/или характеристик
	2	Сформулированная концепция технологии и/или приложения
Исследования для доказательства выполнимости	1	Получены фундаментальные принципы
Фундаментальное исследование технологии		

Рис. 2 - Шкала готовности технологии для использования в новых системах

Свое представление о полезности предлагаемой работы исполнитель формулирует в виде данных об ожидаемом приращении целевых индикаторов (столбец 5), описывающих основные направления, вклад в реализацию которых, по мнению исполнителя (столбец 22), вносит предлагаемая НИР.

Следующая группа столбцов (21 – 30) включает оценку исполнителем вклада предлагаемой работы в реализацию каждого из основных направлений создания НТЗ по авиационной технике, включенных исполнителем в столбец 20. Эта группа данных служит дополнительной информацией для эксперта.

Экспертиза предложений НИР, направленных на исследования и разработку новых технологий в обеспечение НТЗ, проводится 10-ю экспертными комиссиями (по числу основных направлений). Каждая комиссия включает по семь экспертов из числа квалифицированных специалистов в данной предметной области и возглавляется председателем. Технически работу комиссии обеспечивает секретарь комиссии.

Перед началом процедуры каждый из председателей комиссий знакомится с *полным* перечнем предлагаемых НИР и отбирает те, которые, по его мнению, могут вносить вклад в представляемое комиссией основное направление. При этом он не может уклониться от рассмотрения НИР, которая отмечена исполнителем НИР как обеспечивающая вклад в рассматриваемое направление.

Каждый из экспертов соответствующей комиссии, рассмотрев данные, представленные исполнителем НИР при заполнении формы 1, и ознакомившись с дополнительной информацией, которую он может получить, обратившись по ссылке в столбце 42 к соответствующим файлам, вносит свои оценки вклада рассматриваемой НИР в каждое из внесенных в форму основное направление. При этом он может не согласиться с мнением исполнителя НИР, вплоть до «обнуления» данных исполнителя, и, напротив, может указать оценку возможного вклада в основное направление, которое исполнитель не учитывал. Также эксперт высказывает свое мнение о вероятности успеха разработки предлагаемой технологии (столбец 41) при требуемом уровне обеспеченности ресурсами (т.е. принципиальной реализуемости ожидаемого эффекта).

Заполненные исполнителями НИР и экспертами анкеты в электронной форме поступают в базу данных.

**2-й этап.** После устранения синтаксических ошибок полученные данные подлежат обработке. При этом определяются средние значения экспертных оценок показателей вклада  $j$ -ой НИР в  $k$ -ое основное направление -  $\varphi_{kj}^{cp} = \frac{1}{7} \sum_{n=1}^7 \varphi_{kj}$  (7 – число членов комиссии) и дисперсия оценок в пределах комиссии  $(\varphi_{kj}^{max} - \varphi_{kj}^{min})$ .

В случае значительного расхождения оценок экспертов  $[(\varphi_{kj}^{max} - \varphi_{kj}^{min}) \geq 2\varphi_{kj}^{cp}]$  заслушиваются аргументы экспертов, давших экстремальные оценки, в обоснование своей позиции и проводится повторная экспертиза данной работы всеми экспертами, принимавшими участие в оценке НИР. Если приведенные аргументы не будут признаны комиссией достойными учета, экстремальные оценки исключаются, и вычисляется среднее значение среди пяти оценок.

Аналогичным образом проводится сужение дисперсии оценок экспертами вероятности успешного завершения разработки новой технологии в рамках

рассматриваемой НИР. Если  $j$ -ая НИР оценивалась в нескольких комиссиях, указанные величины вычисляются для полного числа экспертов ( $N$ ), участвовавших в оценке НИР, т.е.  $P_j^{cp} = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N P_j$ . Среднее значение вероятности успеха  $j$ -ой НИР, полученное по результатам экспертизы, сопоставляется с прогнозом исполнителя НИР  $[(P_j^{экс} - P_j^{исп})]$ . В случае значительного отличия этих величин, т.е. если  $(P_j^{экс} - P_j^{исп}) \geq \frac{1}{2}(P_j^{экс} + P_j^{исп})$ , заслушиваются аргументы исполнителя в обоснование его оценок, и проводится повторная экспертиза рассматриваемой НИР.

Такая обработка результатов экспертизы несколько повышает доверие к полученным данным. Основная же цель 2-го этапа - получение выводов, облегчающих принятие решений при формировании плана.

Основной характеристикой каждой из предлагаемых НИР служит ее полезность, определяемая с помощью выражения (1). В этом выражении в качестве расчетного значения  $\Phi_{kj}$  принимается среднее значение, даваемое экспертами, -  $\Phi_{kj}^{cp} = \frac{1}{7} \sum_{n=1}^7 \Phi_{kj}$ ; в качестве значения вероятности успеха - среднее значение с учетом оценки исполнителя и поправки оценок экспертов после заслушивания исполнителя -  $\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N P_j$ .

Различие в подходах к определению расчетного значения  $\Phi_{kj}$  и  $P_j$  объясняется разной осведомленностью участников обсуждения. Эксперты обладают более широким кругозором, чем исполнитель, и их оценка реального вклада успешно завершённой НИР в основное направление более объективна. Исполнитель, специализирующийся в рассматриваемой области знаний, может располагать дополнительной информацией, что позволяет ему более квалифицированно судить о вероятности успеха. Учет мнения независимых экспертов, тем не менее, сдерживает излишний оптимизм исполнителей при оценке вероятности успеха разработки.

Кроме «абсолютного» значения коэффициента полезности  $K_j$  вычисляется его относительное значение  $\bar{K}_j$ , облегчающее ранжирование НИР.

При формировании перспективного плана НИР, целью которых является создание научно-технического задела в обеспечение основных направлений, одной из важных характеристик служит ожидаемая степень реализации основного направления к концу планируемого периода (рис. 3). Эта величина может быть получена суммированием по всем предлагаемым НИР вкладов в рассматриваемое основное направление, т.е. -  $\Phi_k = \sum_{j=1}^J \Phi_{kj}$ . При этом степень риска реализуемости направления за планируемый период времени зависит от вероятности успеха по

каждой из предлагаемых НИР:  $P_k = \frac{1}{J} \sum_{j=1}^J P_j$ . В случае большого числа предлагаемых НИР может оказаться, что  $\Phi_k \geq 1$ . В этом случае вместо  $\varphi_{kj}$  может использоваться её нормированная величина  $\bar{\varphi}_k = \frac{\varphi_{kj}}{\sum_{j=1}^J \varphi_{kj}}$ . Ожидаемая степень

реализации основного направления  $\Phi_k \geq 1$  еще не означает достижение уровня готовности (завершенности) необходимых технологий, допускающего переход к промышленной стадии всего основного направления. Для этого необходимо, чтобы средний темп прироста уровня готовности разрабатываемых технологий  $\frac{1}{J} \sum_{j=1}^J \frac{u_{\text{кон}} - u_0}{(6 - u_0) \cdot \Delta t}$  был не ниже некоторой критической величины, например, 4,5 – 5.

Наименование НИР	k-ое Основное направление	Полезность j-ой НИР	
		$K_j$	$\bar{K}_j$
	$\varphi_{kj}$		
Степень реализации основного направления	$\sum_{j=1}^J \varphi_{kj}$		
Степень риска	$\frac{1}{J} \sum_{j=1}^J P_j$		
Средний темп прироста завершенности основного направления	$\frac{1}{J} \sum_{j=1}^J \frac{u_{\text{кон}} - u_0}{6 - u_0}$		

Рис. 3 – Оценка ожидаемой степени реализации каждого основного направления к концу планируемого периода

По результатам 2-го этапа при  $\Phi_k \geq 1$  может быть принято решение о сокращении числа рассматриваемых работ путем отказа от НИР малой полезности и создания более благоприятных условий для выполнения оставшихся НИР. Если  $\Phi_k \leq 1$ , целесообразно объявить дополнительный набор предложений НИР, которые потенциально могут повысить степень реализации данного основного направления.

**3-й этап.** Как правило, в процессе формирования перспективного плана (на период 5 – 10 лет) число предлагаемых НИР достаточно велико и даже при относительно высоких значениях коэффициентах полезности часть предложений приходится отклонить вследствие недостаточности ресурсов. В качестве первого шага 3-го этапа необходимо сопоставить располагаемые и потребные ресурсы для

выполнения всех предлагаемых НИР. Сложность этой процедуры состоит в том, что различные НИР требуют разного рода ресурсов, относительных эквивалентов которых порой не существует. Более того, замена натуральных показателей для оценки потребности в ресурсах стоимостными в некоторых случаях невозможна в силу специфичности какого-либо ресурса.

Данные о потребных ресурсах, содержащиеся в форме 1, используются для сопоставления потребных и располагаемых ресурсов для выполнения всей совокупности рассматриваемых НИР (рис. 4).

Для выбора стратегии согласования потребных и располагаемых ресурсов вычисляются потребности в ресурсе  $i$ -го типа суммированием потребностей каждой из НИР:  $q_i^{потр} = \sum_{j=1}^J q_{ij}$ . Располагаемый объем каждого ресурса объявляется каждым ресурсодержателем (подразделением) и в случае аддитивности ресурса получается суммированием располагаемых ресурсов подразделений.

Невязка потребных и располагаемых ресурсов по каждому типу ( $q_i^{потр} - q_i^{расп}$ ) указывает на наличие дефицита (или достаточности) в ресурсе  $i$ -го типа.

В качестве вспомогательных величин могут использоваться частная выборка для каждого из основных направлений о потребности в  $i$ -ом ресурсе:

$q_{ik}^{потр} = \sum_{j=1}^J q_{ij}$  и относительные доли потребности каждой из НИР в ресурсе каждого

типа в виде:  $\bar{q}_{ij} = \frac{q_{ij}}{\sum_{i=1}^I q_{ij}}$  (при условии, что каждый из ресурсов измеряется в стоимостных показателях).

Наименование НИР	Потребные ресурсы						
	ИТР, чел.-мес.	Конструкторские работы, чел.-мес.	Производство, нормо-час.	Эксперимент		Закупка оборудования, тыс. руб.	Прочие
				Установка типа	Пусков (часов)		
Потребные ресурсы $i$ -го типа		$\sum_{j=1}^J q_{ij}$					
Располагаемые ресурсы $i$ -го типа		$Q_i^{расп}$					
Невязка по $i$ -му ресурсу		$Q_i^{расп} - \sum_{j=1}^J q_{ij}^{потр}$					

Рис.4 - Сопоставление потребных и располагаемых ресурсов по каждому типу

Задача формирования плана научно-исследовательских работ в обеспечение создания научно-технического задела в интересах заданных основных направлений формулируется как задача математического программирования:

$$\begin{aligned} \max K &= \sum_{j=1}^J K_j \\ \text{при условии } \Phi_k &= \sum_{j=1}^J \varphi_{kj} \geq 1 \quad k=1, 2, 3, \dots, 10 \\ (q_i^{\text{расп}} - q_i^{\text{потр}}) &\geq 0 \quad i=1, 2, 3, \dots, I. \end{aligned} \quad (2)$$

Здесь  $K_j = P_j^{100} \cdot \left( \frac{u_{\text{кон}} - u_0}{(6 - u_0) \cdot \Delta t} \right)_j \cdot \sum_{k=1}^{10} \varphi_{kj}$ , а число  $J$  принятых к реализации НИР варьируется от полного числа поданных предложений  $J_{\Sigma}$  до некоторого «оптимального» значения  $J_{\text{opt}} \leq J_{\Sigma}$ .

Вид решения задачи (2) (комбинаторная задача дискретной математики) зависит от тактики поведения при решении.

Например, число принятых к реализации НИР может быть «заморожено» ( $J = J_{\Sigma}$ ), а выполнение ограничений задачи (2) достигается сокращением ресурсов, выделяемых на некоторые НИР до 50% (25%) со снижением вероятности успеха в реализации технологии, разрабатываемой в рамках данной НИР, и одновременном снижении уровня технологической готовности НИР.

Может быть использована альтернативная тактика, согласно которой располагаемые ресурсы отдаются НИР, занимающим «верхние строчки» в рейтинге НИР, а «аутсайдеры» в перспективный план НИР не включаются. Заметим, что эта тактика сохраняет в списке претендентов «теоретические» работы, не требующие материальных и значительных финансовых ресурсов.

Может быть принята и «смешанная» тактика, использующая элементы описанных выше.

Формальный выбор тактики и вариантов решения, среди полученных с использованием различных тактик, невозможен. Такое решение должно быть принято директивными органами (например, Экспертным Советом при Научно-координационном совете по координации, научно-техническому и организационному сопровождению реализации федеральной целевой программы «Развитие гражданской авиационной техники России на 2002-2010 годы и на период до 2015 года») с учетом обстоятельств, не учитываемых описываемой формальной методикой.

## ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. О методе принятия оптимального решения при формировании плана перспективных работ. НТО ЦАГИ № 52 , 1968
2. Порядок формирования перечня технологических платформ. Утв. решением Правительственной комиссии по высоким технологиям и инновациям от 3.08.2010
3. Методические указания по разработке и реализации государственных программ Российской Федерации. Утв. Приказом Минэкономразвития, 2010
4. J.C. Mankins. Technology Readiness Levels. A White Paper, April 6,1995

**Заявка на НИР (ОКР),**

представляемую для включения в Государственную Программу «Развитие авиационной промышленности России на период с 2012 по 2025 год».

**1. Наименование работы:****2. Шифр работы:****3. НИО - исполнитель работы :****4. Руководитель работы:**

**5. Краткий обзор проблематики в России и за рубежом** (в том числе необходимо отразить место НИР в системе технологических платформ (проектов); дать оценку сегодняшнему уровню готовности технологии)

**6. Цель работы и решаемые в процессе ее выполнения задачи**

6.1 Цели работы:

6.2. Задачи работы:

**7. Основные этапы и сроки выполнения работы (от месяца до ноября 2015 года)**

Этапы	Сроки	примечания
1 ЭТАП	январь.2012	
4 ЭТАП	30.11.2015	

**8. Основные требования к выполнению работы**

**9. Ожидаемые результаты:** ( в том числе необходимо дать оценку уровню готовности технологии по завершению работы и по итогам календарного года, если работа выполняется более 3-х лет)

**10. Область применения****11. Оценка рисков выполнения НИР (ОКР)**

Заместитель Генерального

Директора \_\_\_\_\_

Руководитель темы \_\_\_\_\_

Определение потребности в ресурсах при планировании НИР в рамках утвержденных технологических платформ (проектов).

(Формы являются приложением к Заявке на НИР)

1. Определение состава исполнителей НИР – **форма №1 «Непосредственные исполнители НИР (ОКР)»**. Необходимо определить поименно всех исполнителей планируемой работы в разрезе отделений-участников.
2. Определение работ, необходимых для достижения целей НИР (ОКР), но выполнение которых силами и средствами института невозможно – **форма №2 "Исследования и работы, которые не могут быть выполнены в институте"**. Требуется определить исследования, работы, эксперименты, которые необходимо выполнить в рамках планируемой НИР (ОКР) на экспериментальном или производственном оборудовании, отсутствующем в институте, а также привлекая ученых и специалистов из других организаций в силу отсутствия или недостаточности собственных квалифицированных кадров.
3. Определение потребности в проведении экспериментов - **форма №3 «Планируемый эксперимент»**. Необходимо определить виды и количество образцов (моделей, демонстраторов), подлежащих изготовлению, виды экспериментов и испытаний, предъявляемые к ним требования и какая экспериментальная база будет необходима для их проведения.
4. Определение потребности в образцах и моделях для проведения экспериментов – **форма №4 «Модели и образцы»**. Необходимо определить количественные и качественные характеристики моделей и образцов для планируемых экспериментов, оценить возможность их изготовления в собственном производстве.
5. Определение потребности в новом специальном оборудовании, IT-технологиях и специальном программном обеспечении – **форма №5 «Специальное оборудование и новые технологии»**. Требуется определить состав специального оборудования (стендов, приборов, аппаратуры и т.п.), необходимость приобретения лицензий на специализированное новое и поддерживаемое программное обеспечение.

## Непосредственные исполнители НИР (ОКР)

### 1. Таблица "Состав исполнителей"

№ этапа	Непосредственные исполнители работ		Затраты времени (месяцы)
	Должности исполнителей	Фамилия И.О.	
1	2	3	4
1	НИО - основной исполнитель		
	Начальник НИО	Сидоров И.И.	5
	Зам. начальника НИО	Иванов А.А.	5
	Нач. сектора с ученой степенью	Егоров А.А.	10
	и т.д.		
	НИО - соисполнитель		
	и т.д.		
ИТОГО по этапу 1		50 человек	500
2	Нач. НИО с ученой степенью		
	Зам. начальника НИО		
	Нач. сектора с ученой степенью		
	СНС		
	МНС		
	Ведущий инженер		
	Инженер 1 категории		
ИТОГО по этапу 2		90 человек	600
ВСЕГО			

### 2. Дополнительная информация о кадровом и научном потенциале исполнителей анализ рисков выполнения работы с точки зрения обеспеченности кадрами

Руководитель работы \_\_\_\_\_ (подпись, фамилия, инициалы)

**"Исследования и работы, которые не могут быть выполнены в институте"**

на \_\_\_\_\_

(НИР, ОКР)

№ этапа	Наименование исследований и работ, которые не могут быть выполнены в институте	Краткое описание цели работы или исследования	Сроки Выполнения (начало - окончание)	Результат работы
1	2	3	4	5

2. Дополнительная информация об этих исследованиях (работах) для анализа рисков выполнения всей НИР (ОКР)

Руководитель работы \_\_\_\_\_  
(должность)  
(подпись, инициалы и фамилия)

«Планируемый эксперимент»

на \_\_\_\_\_  
(НИР, ОКР)

1. Таблица

№ этап а	Наименование эксперимента	Экспериментальная и испытательная база	Наименование, количество образцов, моделей и т.д., подлежащих изготовлению	Срок проведения эксперимента (месяц, год)	Количество экспериментов (испытаний)
1	2	3	4	5	6

Примечание: В случае невозможности проведения эксперимента (испытания) в институте (на собственном экспериментальном оборудовании) необходимое исследование (работа) также указывается в форме №2 "Исследования и работы, которые не могут быть выполнены в институте"

2. Предъявляемые требования к планируемому эксперименту

3. Дополнительная информация о планируемых экспериментах для анализа рисков выполнения всей НИР (ОКР)

Руководитель темы \_\_\_\_\_  
(подпись, инициалы и фамилия)

«Модели и образцы»

на \_\_\_\_\_  
(НИР, ОКР)

1. Таблица

№ этапа	Наименование эксперимента	Наименование модели (образца)	Ед. измерения	Количество	Возможность изготовления в ОПИ (да/нет)
1	2	3	4	5	6

**Примечание:** В случае невозможности изготовления опытного образца (модели) в ОПИ необходимая работа по изготовлению образца (модели) также указывается в форме №2 «Исследования и работы, которые не могут быть выполнены в институте»

2. . Предъявляемые требования к моделям и образцам.

3. Дополнительная информация для анализа рисков выполнения всей НИР (ОКР)

Руководитель темы \_\_\_\_\_  
(подпись, инициалы и фамилия)

"Специальное оборудование и новые технологии"

на \_\_\_\_\_  
(НИР, ОКР)

1. Таблица

№ этапа	Наименование специального оборудования, стенда, аппаратуры, комплекта, прибора и т.п.	Кол-во	Приобретение/изготовление
1	2	3	

**Примечания:** При необходимости создания сложного специального оборудования (технологические, моделирующие и другие стенды, измерительные комплексы и т.п.) прилагается пояснительная записка с указанием назначения этого оборудования, его состава и предполагаемого порядка использования после выполнения работы.

2. Предъявляемые требования к специальному оборудованию

3. Дополнительная информация для анализа рисков выполнения всей НИР (ОКР)

Руководитель работы \_\_\_\_\_  
(подпись, инициалы и фамилия)