

**ФГБУН Институт проблем управления имени В.А. Трапезникова  
Российской академии наук  
ФГБУ «Национальный исследовательский центр  
«Институт имени Н.Е. Жуковского»**

**Управление научными исследованиями и  
разработками. Государство и наука: новые модели  
управления – 2018**

**ТРУДЫ**  
Четвертой научно-практической конференции  
(26 ноября 2018 г., Москва)

**Под общей редакцией  
д.т.н. Дутова А.В., член-корр. РАН Новикова Д.А.**

**Москва  
ИПУ РАН, НИЦ «Институт имени Н.Е. Жуковского»  
2019**

УДК 001.89  
ББК 72  
П78

**Проблемы управления научными исследованиями и разработками-2018:**  
**Государство и наука: новые модели управления:** тр. Четвертой науч.- практич. конфер.,  
26 нояб. 2018 г., Москва / Ин-т проблем упр. им. В.А. Трапезникова Рос. акад. наук, НИЦ  
«Ин-т им. Н.Е. Жуковского»; под общ. ред. Дутова А.В., Новикова Д.А. – М. : ИПУ РАН :  
НИЦ «Институт им. Н.Е. Жуковского», 2018. – 196 с. – ISBN 978-5-9909196-5-5.

В научном издании представлены труды Четвертой научно-практической конференции  
«Проблемы управления научными исследованиями и разработками – 2018» по следующим  
направлениям:

- Механизмы управления созданием новых технологий и наукоемкой продукции;
- Управление развитием научных организаций и структурой науки;
- Модели организации исследований и разработок в цифровой экономике;

Сборник трудов конференции предназначен для работников органов государственного  
управления в сфере исследований и разработок, руководителей научных организаций и  
широкого круга научных работников.

Текст воспроизводится в том виде, в котором представлен авторами.

**Утверждено к печати Программным комитетом конференции**

ISBN 978-5-9909196-5-5



© ИПУ РАН, 2018

© НИЦ «Институт им. Н.Е. Жуковского», 2018

## ПРЕДИСЛОВИЕ

26 ноября 2018 г. в ИПУ РАН состоялась **Четвертая научно-практическая конференция «Проблемы управления научными исследованиями и разработками - 2018: Государство и наука: новые модели управления»**. Организаторами выступили НИЦ «Институт имени Н.Е. Жуковского», Институт проблем управления имени В.А. Трапезникова РАН (ИПУ РАН) и ФГУП «Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н.Е. Жуковского» (ЦАГИ).

Первая конференция «Методы и технологии управления жизненным циклом сложных изделий и инженерных объектов» прошла в 2014 г. под эгидой Военно-промышленной комиссии Российской Федерации на базе ФГУП «Крыловский ГНЦ». Вторая конференция «Управление созданием научно-технического задела в жизненном цикле высокотехнологичной продукции – 2017» состоялась в ИПУ РАН в апреле 2017 г.). Третья конференция «Проблемы управления научными исследованиями и разработками - 2017» состоялась в ИПУ РАН в октябре 2018 г.

Актуальность тематики **Четвертой научно-практической конференции «Проблемы управления научными исследованиями и разработками - 2018: Государство и наука: новые модели управления»** определяется

- новыми условиями развития фундаментальной и прикладной науки в процессе реформирования систем управления в научной и технологической сферах;
- необходимостью реализации приоритетов Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации, обеспечения эффективного ответа научно-технологической сферы страны на «большие вызовы», стоящие перед Российской Федерацией в социально-экономической, оборонной, политической, экологической и других областях;
- вызовами, угрозами и возможностями, которые предоставляют для научной деятельности новые технологии цифровой экономики.

Открывая конференцию, директор ИПУ РАН **Дмитрий Новиков** отметил, что в России практически каждый год появляется законодательная инициатива, направленная на совершенствование управления научными исследованиями и разработками, с горизонтом от 4 до 6 лет. Очередные реформы начинаются, хотя еще неясны итоги предыдущих. Происходит распыление ресурсов и рост запутанности в системе управления. В итоге наука деградирует. «Какой выход? Во-первых, необходимо изменить частоту воздействия на государственном уровне на научно-техническую политику. Во-вторых, нужно доводить дела до конца и не запускать новые программы, не получив результатов предыдущих. В-третьих, помимо планирования и программирования, нужно заниматься оперативным управлением и смотреть на промежуточные результаты, корректируя по ходу реализацию текущей программы. А кроме того, необходимо ввести персональную ответственность за результаты, которые должны быть измеримы», – подчеркнул руководитель ИПУ РАН.

Генеральный директор НИЦ «Институт имени Н.Е. Жуковского» **Андрей Дутов** в своем докладе выделил основные проблемы государственного управления научно-технологическим развитием, в числе которых: неполное понимание самой необходимости государственного регулирования развитием науки и технологий, а также противоречие

между стремлением уйти от «ручного» управления в пользу «автоматического» по правилам и регламентам, и необходимостью уйти от бессодержательной «модерации процессов» в пользу принятия конкретных, научно обоснованных и ответственных решений. «Как следствие, ожидаемые результаты ряда Государственных программ, в части исследований и разработок, неконкретны, а полезность программных мероприятий с точки зрения развития технологий и повышения конкурентоспособности продукции – неочевидна. Программы и мероприятия фактически формируются «снизу вверх», и потому нацелены не на развитие технологий и наукоемкой промышленности, а на поддержание организаций», - сказал Андрей Дутов. Он отметил, что именно технологии определяют уровень конкурентоспособности продукции. «Компенсация недостаточного уровня технологического совершенства на последующих стадиях жизненного цикла продукции требует на порядки больших затрат. Поэтому создание научно-технологического задела и локализация созданных технологий на территории страны – оптимальный способ государственной поддержки национальной экономики», - подчеркнул глава НИЦ «Институт имени Н.Е. Жуковского».

В ходе пленарного заседания также выступили: вице-президент РАН, проректор МГУ им. М.В. Ломоносова, академик РАН **Алексей Хохлов**, с сообщением о роли национального проекта "Наука" в модернизации российской научной сферы; заместитель Президента РАН, член-корр. РАН **Владимир Иванов** с докладом о совершенствовании системы управления научными исследованиями и разработками в контексте технологического прорыва; член Совета Общественной палаты Российской Федерации, д.э.н. **Иосиф Дискин** о построении в России Национальной инновационной системы.

В рамках конференции состоялись заседания секций по следующим тематикам:

- Механизмы управления созданием новых технологий и наукоемкой продукции;
- Управление развитием научных организаций и структурой науки;
- Модели организации исследований и разработок в цифровой экономике.

По итогам конференции принята Резолюция, в которой участники конференции сформулировали рекомендации по совершенствованию нормативной, нормативно-правовой, методологической базы управления научной и технологической сферой. Резолюция будет направлена в профильные федеральные органы исполнительной и законодательной власти, Совет Федерации и Государственную Думу Федерального Собрания Российской Федерации.

**Программный комитет:** Акаев А.А., академик РАН; Алёшин Б.С., академик РАН; Батулин Ю.М., член-корр. РАН; Губко М.В., д.ф.-м.н.; Дутов А.В., д. т. н.; Желтов С.Ю., академик РАН; Иванов В.В., член-корр. РАН; Клочков В.В., д.э.н.; Новиков Д.А., член-корр. РАН; Сыпало К.И., член-корр. РАН; Федосов Е.А., академик РАН; Хохлов А.Р., академик РАН; Чернышев С.Л., академик РАН.

**Оргкомитет:** А.В. Дутов (председатель), В.В. Клочков (заместитель председателя), В.И. Панов, А.К. Аносова, А.А. Арефьева, А.В. Крутов, А.А. Чашинский

## РЕЗОЛЮЦИЯ

Четвертой научно-практической конференции

### «Управление научными исследованиями и разработками. Государство и наука: новые модели управления»

26 ноября 2018 года

г. Москва

Место проведения – ФГБУН Институт проблем управления имени В. А. Трапезникова РАН.

Участники конференции – представители организаций науки, высшего образования и высокотехнологической промышленности.

По итогам обсуждения, участники конференции отмечают следующее:

1. Технологии являются ключевым фактором в обеспечении национальной конкурентоспособности и безопасности страны. Компенсация недостаточного уровня технологического совершенства на последующих стадиях жизненного цикла продукции требует на порядки больших затрат, чем проведение необходимых научных исследований. Поэтому создание научно-технологического задела и локализация созданных технологий на территории страны – оптимальный способ государственной поддержки национальной экономики.

2. Сложившаяся система стратегического планирования и прогнозирования развития науки и технологий (в т.ч. в интересах обороны страны) носит формальный характер и не позволяет сделать обоснованный выбор приоритетных направлений исследований и разработок, особенно в период смены технологических укладов. Это приводит к консервации технологического отставания, высоким рискам невыполнения требований к новым изделиям в заданные сроки, деградации научных направлений в условиях дефицита ресурсов.

3. Технологии цифровой экономики открывают возможности выявления и локализации центров научных компетенций (вплоть до уровня отдельных ученых и научных групп), формирования на их основе проектных объединений для решения фундаментальных и прикладных научных проблем. Такие формы организации научной деятельности кардинально меняют роли ученых, исследователей и традиционных научных учреждений. Однако развитие новых моделей организации исследований и разработок в рамках цифровой экономики затруднено из-за противоречивости и недостаточности нормативно-правовой основы для их формирования.

Для обеспечения эффективной реализации Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации на долгосрочный период, утв. Указом Президента РФ № 642 от 01 декабря 2016 г., а также выполнения положений Указа Президента РФ от 07.05.2018 N 204 "О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года", предлагается научно обоснованный комплекс мероприятий по совершенствованию нормативной, нормативно-правовой, методологической базы управления научной и технологической сферой.

**I.** Государственная политика в области науки и технологий должна основываться на результатах научного анализа в рамках теории управления сложными организационными системами. Предлагаемые изменения в государственной научно-технической политике должны проходить обязательную научную экспертизу в Российской академии наук.

**II.** При создании новой наукоемкой продукции и новых технологий в интересах государства и с использованием средств государственного бюджета необходимо внедрение принципа опережающего создания научно-технического задела. В рамках этого принципа вначале ставятся формализованные цели верхнего уровня, затем проводится анализ их достижимости на основе широкого спектра альтернативных технических концепций, и лишь по итогам их разработки до высокого уровня готовности, сравнения и выбора оптимальной концепции принимается решение о создании нового продукта.

Следует принимать во внимание «сетевую» структуру научно-технического задела – одни и те же технологии могут использоваться в различных проектах и программах, в различных отраслях промышленности. Поэтому необходимо системно и централизованно анализировать, прогнозировать и планировать создание научно-технического задела для всех наукоемких отраслей, выявлять и стимулировать соответствующие синергетические эффекты. Эта деятельность должна проводиться на межотраслевом уровне.

Создание непрерывно возобновляемого научно-технического задела на различных уровнях готовности технологий (от фундаментальных и поисковых исследований до интегрированных комплексов технологий, валидированных в испытаниях демонстраторов и готовых к внедрению) должно быть постоянным процессом, не связанным с производственными программами промышленности. Напротив, такие программы должны формироваться исключительно с учетом готовности научно-технического задела для разработки новой продукции.

Объективная оценка эффективности технологий и технических концепций, оптимальный выбор альтернатив возможны лишь на основе математического моделирования применения новых технологий в составе изделий и комплексов, систем вооружений и народнохозяйственных систем.

**III.** Необходимо законодательно закрепить за государством важнейшие функции управления и поддержки научно-технологического развития, в т.ч.:

- научно-технологическое прогнозирование и стратегическое планирование научно-технологического развития;
- финансирование не только фундаментальных, но и прикладных НИР по созданию опережающего научно-технического задела в соответствии со стратегическими планами научно-технологического развития;
- финансирование содержания и развития экспериментальной базы и центров компетенции по ключевым направлениям научно-технологического развития.

При этом необходимо

Во-первых, осуществить переход от стратегического планирования и «программирования» к стратегическому управлению (ориентированному на конечные результаты, включающему анализ ограничений и оперативное управление на основе мониторинга промежуточных результатов).

Во-вторых, критически важной является персональная ответственность за конечный измеримый результат.

В-третьих, следует контролировать целостность и обоснованность системы «цели – критерии/индикаторы – средства/мероприятия» в программно-целевом планировании и управлении всеми государственными научно-техническими инициативами.

Функции технологического прогнозирования и стратегического планирования научно-технологического развития, создания опережающего научно-технического задела и научного сопровождения жизненного цикла наукоемкой продукции, содержания и развития экспериментальной базы должны выполняться ведущими научными центрами государственного сектора фундаментальной и прикладной науки.

**IV.** В условиях лавинообразного роста объема информации для объективного и своевременного выявления центров компетенций необходимо сочетать лучшие практики семантического анализа, машинного обучения и библиометрии в рамках систем интеллектуального анализа больших данных. Базы знаний создаваемых автоматизированных систем управления научными исследованиями и разработками целесообразно формировать с использованием технологий интеллектуального анализа текстов и текстовых коллекций в качестве инструментария информационного и аналитического обеспечения научно-технической деятельности для поиска, анализа, оценки информации и участников научной деятельности.

Внедрение автоматизированных информационно-управляющих систем управления научными исследованиями и разработками должно быть закреплено в системе нормативных и нормативно-технических документов, обеспечивающих все процессы системы управления в статусе стандартов организаций (СТО) и национальных стандартов в зависимости от уровня управления.

Реализация совокупности предложений, выработанных на конференции, позволит повысить эффективность развития научной и технологической сферы в Российской Федерации, позитивное влияние науки на социально-экономическое развитие страны и обеспечение национальной безопасности.

Резолюция принята участниками конференции 26 ноября 2018 г.

Генеральный директор  
НИЦ «Институт имени Н. Е. Жуковского»



Дутов А. В.

Директор ИПУ РАН



Новиков Д. А.

## Содержание

### **Секция 1. Механизмы управления созданием новых технологий и наукоемкой продукции (модератор – В.В. Ключков, заместитель генерального директора по стратегическому развитию ФГБУ «НИЦ «Институт имени Н. Е. Жуковского»).....10**

*Дутов А.В.* Проблемы государственного управления научно-технологическим развитием .....11

*Ланишин А. И.* Форсайт развития науки и технологий в авиадвигателестроении.....25

*Бондарев А. В., Гусарова Н. А., Ковалев И. Е., Коноплева В. М., Скворцов Е. Б., Чанов М. Н., Шелехова А. С.* Управление качеством технической концепции перспективного транспортного самолета на начальной стадии проектирования.....41

*Кондратьева С. П., Охапкин А. А., Смирнов А. В.* Прогнозные сценарии магистральных авиационных перевозок как часть системы оценки эффективности технологий .....60

*Охапкин А. А., Симонов Ф. А., Смирнов А. В., Шустов А. В.* Формирование перечня перспективных технологий на основе автоматического извлечения информации из больших объемов текстовых данных .....65

*Егошин С. Ф., Смирнов А. В.* Методика расчёта показателей транспортной доступности для населения субъектов РФ при организации местных авиаперевозок .....76

*Власенко А. О.* Моделирование влияния новой авиатехники на воздушные перевозки с использованием оценок ценовой эластичности спроса .....83

*Голубев С. С., Беркутова Т.А.* Маркетинговые механизмы диверсификации предприятий оборонно-промышленного комплекса России.....98

*Сливицкий А.Б.* Обзор проблемных вопросов развития системы оценки уровня готовности технологий.....108

### **Секция 2. Управление развитием научных организаций и структурой науки (модератор – М.В. Губко, заместитель директора по научной работе ИПУ РАН) .....127**

*Кузьминов И. Ф., Бахтин П. Д.* Исследования структуры научного сообщества на основе семантического анализа: выявление и кластеризация центров компетенций и тематик...128

*Кошкарева О. А.* Концепция имитационного моделирования развития фундаментальной науки .....138

*Алешин С. А., Ионов А. А., Ковалев И. Е., Рыбалов И. В., Шелехова А. С., Шмелев А. С.* Внедрение проектного управления исследованиями в научном институте .....150



*Скарედнов Ю. В.* Методологические подходы к формированию предложений по реализации инвестиционных проектов реконструкции и технического перевооружения экспериментальной стендовой базы авиационной промышленности для финансирования с привлечением средств федерального бюджета .....165

**Секция 3. Модели организации исследований и разработок в цифровой экономике (модератор – В.М. Тюрин, директор департамента стандартизации, сертификации и управления качеством ФГБУ «НИЦ «Институт имени Н. Е. Жуковского»)**.....175

*Доронин А. Н., Николаев М. И.* Критерии оценок в системе повышения квалификации...176

*Крейнес М. Г.* Карта науки и анализ текстов: объективные инструменты информационно-аналитического обеспечения научной деятельности и управления в сфере науки .....180

**Секция 1. Механизмы управления созданием новых технологий и  
наукоемкой продукции**  
**(модератор – В.В. Клочков, заместитель генерального директора по  
стратегическому развитию ФГБУ «НИЦ «Институт имени Н. Е.  
Жуковского»)**

# Проблемы государственного управления научно-технологическим развитием

*Дутов А.В., д.т.н., генеральный директор, НИЦ «Институт имени Н.Е. Жуковского»  
[dutovav@nrczh.ru](mailto:dutovav@nrczh.ru)*

**Аннотация.** В докладе обоснованы необходимость и основные функции управления развитием науки и технологий со стороны государства в современном мире. Описаны наиболее существенные проблемы и противоречия государственного управления научно-технологическим развитием в Российской Федерации, предложены пути их системного разрешения.

**Ключевые слова:** научно-технологическое развитие, государственное управление, стратегическое планирование, финансовая поддержка, координация.

## Введение

В современных условиях уровень технологического развития определяет и национальную конкурентоспособность, и состояние национальной безопасности. Уровень совершенства технологий, которые заложены в товары и услуги, определяет верхнюю границу их качества и эффективности. На протяжении жизненного цикла продукции действует закономерность, известная как «закон «1-10-100»»: если стоимость устранения недостатков на стадии создания технологий, НИР, принять за 1, то компенсация этих недостатков на стадии разработки продукции, ОКР, обойдется уже на порядок дороже, на стадии производства – на два порядка, и т.д. Из этого следует, что именно создание эффективных технологий, научно-технического задела (НТЗ) для разработки перспективной продукции – наиболее экономичный и эффективный путь повышения конкурентоспособности национальной промышленности. Государству намного выгоднее финансировать прикладные НИР для создания НТЗ, чем потом компенсировать недостаточное совершенство продукции дотациями ее производителям и покупателям или заградительными пошлинами. Причем, такой путь поддержки отечественной промышленности не противоречит правилам ВТО, не нарушает принципов честной конкуренции и т.п.

Направляя процесс развития науки и технологий, государство определяет и пути долгосрочного развития национальной экономики и обороны, может эффективно добиваться достижения социальных, оборонных, геополитических, экологических и др. стратегических проблем, не прибегая к директивному администрированию. Поэтому управление научно-технологическим развитием – важнейшая составляющая государственной политики. В ведущих технологически развитых державах мира (в т.ч. с либеральной рыночной экономикой) государство играет активную роль в определении

либеральной рыночной экономикой) государство играет активную роль в определении приоритетов развития науки и технологий, координации действий всех заинтересованных сторон, в т.ч. корпораций, в финансировании исследований и разработок, развития и поддержания научного потенциала. Нужно признать, что в современной России, отчасти из-за некритического восприятия стереотипов «рыночной экономики», даже многие работники органов государственного управления демонстрируют неполное понимание самой необходимости государственного регулирования развития науки и технологий (стратегического планирования и ресурсной поддержки).

На всех уровнях управления еще сильна инерция «рыночных» стереотипов, согласно которым государству не следует вмешиваться в процессы развития, рыночные силы сами направят их в наиболее эффективное русло, обеспечат ресурсами и т.д. В современной России еще не до конца осознана необходимость активного государственного управления научно-технологическим развитием (что и позволяет ведущим технологическим державам мира занимать лидирующие позиции) и основные функции государства в этой сфере. К ним по объективным экономическим причинам относятся, прежде всего:

- стратегическое планирование развития науки и технологий;
- создание опережающего НТЗ в интересах высокотехнологичных отраслей в государственном секторе прикладной науки;
- формирование стандартов и норм, стимулирующих развитие технологий в интересах общества, сертификация «ответственной» продукции с точки зрения безопасности и воздействия на окружающую среду;
- содержание и развитие необходимой экспериментальной базы.

Подчеркнем, что такое управление не противоречит рыночным принципам – государство не столько управляет напрямую производственной деятельностью хозяйствующих субъектов, сколько создает технологические условия для роста национальной конкурентоспособности. Создавая опережающий НТЗ (причем, по стратегическому плану, отвечающему интересам общества), оно определяет поле будущих технологических возможностей, которыми будут пользоваться предприятия «реального сектора».

В то же время, эффективная научно-технологическая политика требует тщательного научного обеспечения, ее выработка и реализация сами по себе являются сложными научными проблемами. Стратегическое планирование развития науки и технологий, выбор приоритетов, формирование комплексных проектов и программ

исследований и разработок, тактическое управление их реализацией в государственном секторе науки – все эти государственные функции сами по себе являются наукоемкими.

В современных условиях в России еще предстоит создать эффективную систему управления научно-технологическим развитием. Необходимо совершенствование самой структуры научных организаций, институциональных механизмов и нормативной базы взаимодействия науки, промышленности, заказчиков наукоемкой продукции. Буквальное воссоздание советской системы управления научно-технологическим развитием в современной России и невозможно (хотя бы потому, что изменился экономический уклад), и неэффективно, поскольку в современной мировой практике уже появились новые методы управления исследованиями и разработками, учитывающие их высокорисковый характер, опирающиеся на мощные аналитические инструменты, компьютерное моделирование сложных организационно-технических систем.

С одной стороны, Российская Федерация до сих пор располагает значительным научным и научно-техническим потенциалом, квалифицированными учеными и научными школами, сетью научных учреждений. С другой стороны, реальное влияние научно-технической деятельности на благосостояние населения, укрепление национальной обороны считается неудовлетворительным как в «реальном секторе» и органах государственной власти, так и в самом научном сообществе. Это следствие системных проблем в сфере управления, препятствующих эффективному использованию научно-технического потенциала в национальных интересах России.

## **1. Проблемы координации исследований и разработок, и системной интеграции новых технологий**

Недостаточно действенны механизмы координации усилий науки, промышленности и государственных органов власти для достижения национальных целей. В числе источников этой системной проблемы следует назвать ведомственную разобщенность научных организаций, отчасти подведомственных профильным федеральным органам исполнительной власти (ФОИВ), отчасти – принадлежащих интегрированным структурам и корпорациям «реального сектора» экономики, отчасти – подведомственным Министерству науки и высшего образования, а ранее – ФАНО России и РАН. Несмотря на то, что государство финансирует организации государственного сектора науки, формально независимые и негосударственные корпорации промышленности предпочитают содержать собственные научные учреждения, наращивать их экспериментальную базу, проводить собственные исследования и разработки, нередко дублирующие таковые, уже проводимые за государственный счет в

государственных научных учреждениях. Причем, это явление не имеет ничего общего с активным участием бизнеса в финансировании исследований и разработок, которое имеет место за рубежом. Большинство российских интегрированных структур функционирует при масштабной государственной поддержке, постоянном субсидировании даже текущей производственной деятельности. Их научно-техническая деятельность, развитие научного потенциала, в т.ч. дорогостоящей экспериментальной базы, в конечном счете, также финансируется из государственного бюджета России, что вряд ли эффективно в условиях ужесточения бюджетных ограничений. В то же время, действующая система экономических стимулов поощряет такую политику корпораций, хотя она идет вразрез с общегосударственными интересами.

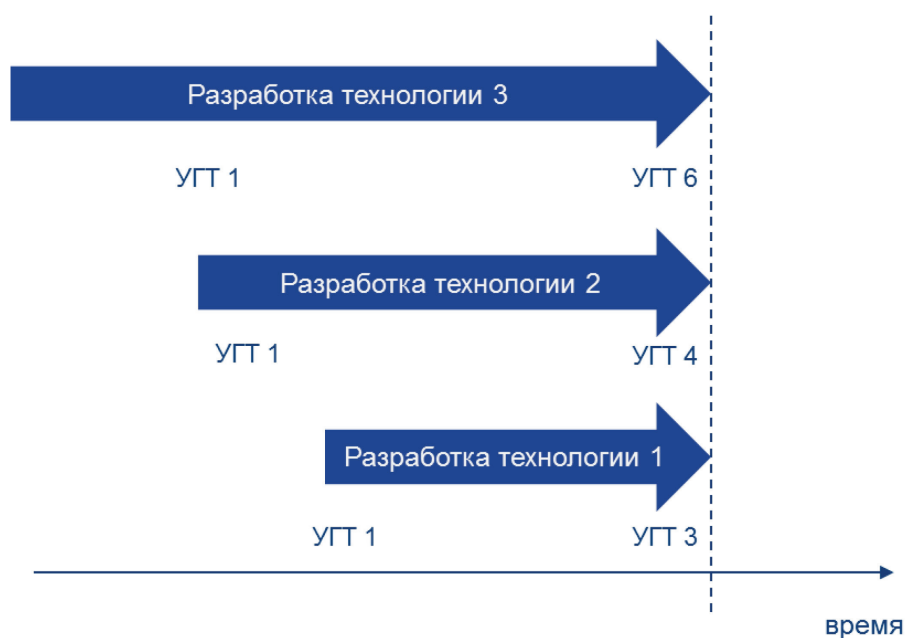
Схема взаимодействия различных организаций в системе управления научными исследованиями и разработками, сложившейся в современной России, в упрощенном виде показана на рис. 1.



**Рис.1.** Существующая схема взаимодействия ФОИВ, промышленных и научных организаций

Разработка технологий должна проводиться комплексно, так, чтобы, во-первых, к моменту начала разработки новой продукции уже были отработаны все необходимые технологии, и, во-вторых, была подтверждена их совместимость между собой, по возможности, положительная синергия. Однако разобщенность управления научными организациями и реализацией конкретных программ и проектов, отсутствие системной координации исследований и разработок, проводимых различными участниками, приводят к тому, что, во-первых, готовность новых технологий достигается несинхронно, что схематично отражено на рис. 2. В итоге сложные технические системы не могут быть

разработаны и выведены на рынок или приняты на вооружение в срок. И если по некоторым компонентам и технологиям даже может наблюдаться опережение, то другие еще не достигают готовности. Для синхронизации сроков их создания целесообразно перераспределить ресурсы на критические работы, которые лимитируют сроки создания системы в целом. Но это было бы возможно лишь при централизованном управлении. В отсутствие централизованной координации создания НТЗ нередки случаи, когда создание некоторых необходимых (для эффективного функционирования системы в целом) технологий вообще оказалось не предусмотренным программными документами.



**Рис. 2.** Последствия нескоординированного планирования разработки технологий (пример)

Кроме того, в отсутствие системной интеграции всего комплекса взаимодействующих технологий нередко интегральный эффект их применения оказывается ниже ожидаемого или вообще отрицательным, что схематично показано на рис. 3.



**Рис. 3. Неопределенность интегрального эффекта от внедрения комплекса новых технологий (пример)**

Как показано в работе [1], такие ситуации весьма вероятны в отсутствие централизованной координации создания НТЗ. Из-за отсутствия необходимой информации разработчики отдельных компонентов сложных систем и отдельных технологий, применяемых в различных подсистемах, нередко не пользуются благоприятными возможностями достижения положительной синергии. И даже когда такая информация известна, разобщенность управления и источников финансирования заставляет участников создания сложных систем выбирать неоптимальные стратегии развития своих подсистем и технологий. Иногда отсутствие системной интеграции даже приводит к неработоспособности системы в целом, хотя на разработку ее составляющих были затрачены значительные ресурсы.

## **2. Проблемы стратегического планирования научно-технологического развития и системные проблемы государственного управления в Российской Федерации**

Сам «вектор» научно-технологического развития во многих областях науки и техники формулируется в России недостаточно четко и обоснованно. Следует отметить формальный характер стратегического планирования научно-технологического развития Российской Федерации во многих сферах, даже в части обеспечения национальной безопасности. С одной стороны, разработке основополагающих документов в области разработки и производства вооружений, военной и специальной техники (ВВСТ) – государственной программы вооружений (ГПВ), государственной программы развития оборонно-промышленного комплекса (ГП ОПК) предшествует масштабная прогнозно-



аналитическая подготовка. Заблаговременно разрабатывается комплекс документов, составляющих Единую систему исходных данных (ЕСИД), которая рассматривается и утверждается для дальнейшего использования на уровне Научно-технического совета Военно-промышленной комиссии (ВПК). С другой стороны, сам объем этих документов и их структура

- во-первых, исключают их реальное критическое рассмотрение в коллегиальных органах (по крайней мере, в скоординированном виде, а не «в части, касающейся» отдельных отраслей и ведомств – притом, что такая координация необходима, как обосновано выше), что усугубляется сжатыми сроками их разработки (хотя бы потому, что эта деятельность должна быть непрерывной, а не периодической, как в настоящее время);

- во-вторых, не позволяют четко обосновать необходимость и достаточность тех или иных исследований и разработок, выделить приоритеты, поскольку не содержат количественных оценок эффективности технологий, оценок их влияния на достижение генеральных целей развития науки и технологий в интересах национальной обороны.

В части создания НТЗ основные документы в настоящее время – перечни базовых и критических военных и промышленных технологий. Однако они содержат большое количество технологий (точнее, чаще – направлений исследований и разработок), одновременное развитие которых выходит за рамки бюджетных возможностей Российской Федерации. Необходимо определение приоритетов, но оно часто не проводится. Для технологий, включаемых в эти перечни, отсутствуют объективные количественные показатели эффективности и готовности (что, в свою очередь, и не позволяет обоснованным образом выделить приоритеты).

Сами ожидаемые результаты программных мероприятий в области прикладных исследований и разработок нередко неконкретны, бессодержательны, не ориентируют на разработку технологий с определенными показателями совершенства. Названия мероприятий нередко формулируются как «проведение исследований в обеспечение создания нового поколения техники», однако эти качественные определения не дают конкретных ориентиров для разработчиков технологий, ничего не говорят об их реальной полезности. При этом программы исследований и разработок, с одной стороны, становятся априори успешными (с формальной точки зрения), но, с другой стороны, их результаты слабо влияют на реальное повышение эффективности и конкурентоспособности перспективной продукции.

Фактически формирование программных документов в сфере исследований и разработок во многих областях происходит по принципу «снизу – вверх», исходя из

возможностей и собственных интересов научных организаций и предприятий промышленности. Это нередко приводит к выполнению мероприятий, не обладающих необходимыми актуальностью и полезностью в интересах обеспечения мероприятий ГПВ. Аналогичная ситуация сложилась и в гражданском секторе высокотехнологичной промышленности.

Фактически, сложившееся положение дел в сфере управления научно-технологическим развитием в Российской Федерации означает, что государство на данный момент не играет достаточно активной и решающей роли в этом управлении, передавая свои функции самим объектам управления – научным и промышленным организациям. Так в сфере управления научно-технологическим развитием проявляются общие системные проблемы государственного управления в современной России. На данном этапе развития страны, а также глобального научно-технологического развития (с учетом усиления глобальных угроз и ужесточения ресурсных ограничений) необходимы конкретные, научно обоснованные и содержательные государственные управленческие решения. Они должны приниматься на основе прозрачного научного обоснования конкретными должностными лицами, с полной ответственностью за результат – но и со всеми необходимыми полномочиями. В противном случае содержательное активное управление подменяется формальной «модерацией процессов». Необходимые содержательные управленческие решения нередко принимаются

- или с большими задержками, критическими для национальной конкурентоспособности и безопасности,
- или фактически вне органов государственного управления, например, на корпоративном уровне – что не гарантирует соблюдения государственных интересов.

В целом, сложившаяся в нашей стране система управления научно-технологическим развитием (даже в интересах обеспечения национальной безопасности) не позволяет дать эффективный «асимметричный ответ» на глобальные вызовы, обеспечив создание комплекса технологий, принадлежащих к новому технологическому укладу. Такой ответ, особенно при переходе к новому укладу, предполагает

- межотраслевую интеграцию и трансфер технологий между областями техники;
- перераспределение функций и задач между разными областями техники, в соответствии с их новыми возможностями в будущем технологическом укладе.

Однако фактическое формирование программных документов по принципу «снизу – вверх» способствует лишь консервации сложившейся отраслевой структуры промышленности, эволюционному продолжению тех тенденций развития, которые

привычны и удобны сложившимся научным и промышленным организациям и научным школам. В новых технологических укладах они могут быть неоптимальными, с точки зрения общенациональных интересов. Более того, при таком принципе управления сам переход к новым технологическим укладам (поскольку он предполагает качественные изменения отраслевой структуры, роли и места разных областей техники) может тормозиться или блокироваться. Радикальные технологические сдвиги, как правило, требуют активного управления «сверху». И опыт зарубежных стран-лидеров технологического развития однозначно свидетельствует об этом. Когда ключевые технологии уже созданы, их освоением и распространением может заниматься и частный бизнес, но технологическая основа, например, для развития интернета, компьютерной техники, космической связи и навигации, многих других сфер была заложена за счет государственных программ, нередко – в недрах оборонно-промышленного комплекса. Причем, в ведущих технологических державах мира развито действенное государственное стратегическое планирование развития науки и технологий, подробнее см. [6].

### **3. Предложения по совершенствованию государственного управления научно-технологическим развитием в Российской Федерации**

Отчасти делегирование государством функций управления научно-технологическим развитием научным и промышленным организациям вызвано дефицитом собственных компетенций в органах государственного управления. В сфере исследований и разработок они призваны, но пока не могут выполнять роль «квалифицированного заказчика», в т.ч. по причине дефицита научных кадров в их составе. Функцию экспертно-аналитического, научного обеспечения государственного управления – тем более управления научно-технологическим развитием – должны выполнять научные организации,

- официально уполномоченные выполнять эти функции и несущие ответственность за качество поддержки принятия государственных решений (в отличие от привлекаемых к решению этих задач консалтинговых компаний и т.п.);
- обладающие необходимой научной квалификацией коллективов, компетентностью в соответствующих предметных областях науки и техники;
- обладающие необходимой экспериментальной базой, прочими методами и средствами исследований и испытаний, в т.ч. для выполнения функций государственного контроля результатов исследований и разработок, сертификационных испытаний высокотехнологичной продукции.

В полной мере этим требованиям могут удовлетворять только ведущие исследовательские центры прикладной науки (национальные исследовательские центры). Именно прикладная наука создает новые технологии и является центральным звеном национальной инновационной системы (НИС), «мостом» между фундаментальной наукой, создающей новые знания – и «реальным сектором». На рис. 4 схематично показана предлагаемая схема взаимодействия участников НИС.



**Рис. 4.** Предлагаемая схема управления научно-технологическим развитием и взаимодействия участников национальной инновационной системы

Их права и полномочия по отношению друг к другу должны

- определяться не столько формой их собственности (она может быть различной, особенно для промышленных организаций), сколько ролями в НИС, местом в жизненных циклах наукоемкой продукции и технологий,
- и регулироваться Положениями о порядке создания продукции (видов техники).

Такие нормативные документы должны иметь статус национальных стандартов, обязательных для применения при создании новой техники

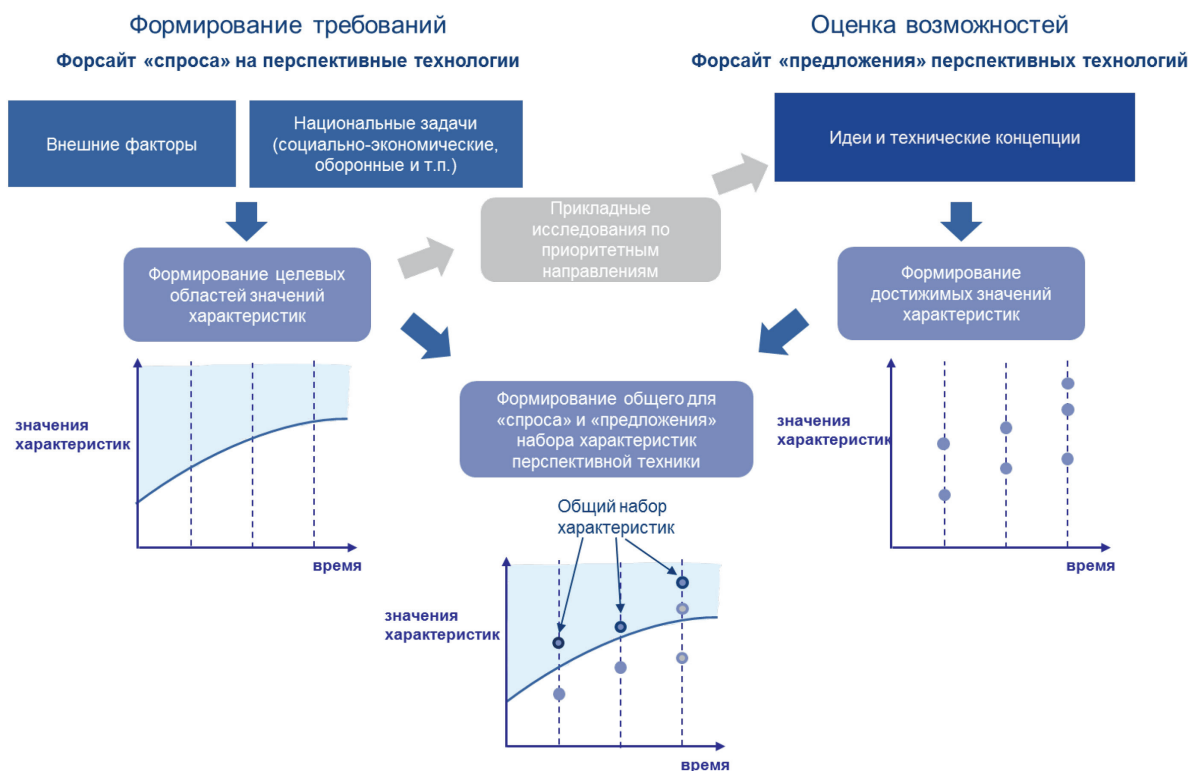
- в интересах государства (например, вооружений, военной и специальной техники),
- с использованием средств государственного бюджета (это касается и многих видов продукции гражданского назначения).

В предлагаемой системе управления национальные исследовательские центры как головные структуры прикладной науки разрабатывают стратегии научно-технологического развития соответствующих отраслей и областей техники (примером может служить План деятельности Национального исследовательского центра имени Н.Е. Жуковского по развитию науки и технологий в авиастроении [5]). Они и предусматривают скоординированное развитие комплексов технологий в соответствующей области. Причем, исходной «целевой функцией» выступают государственные приоритеты.

Выполняя функции «мозговых центров» при органах государственного управления, национальные исследовательские центры должны располагать современным научным инструментарием в области управления развитием науки и технологий, в т.ч. в части

- прогнозирования развития науки и технологий (его современная методология схематично отражена на рис. 5) и стратегического планирования прикладных исследований и разработок, включая формирование рациональных планов и программ с учетом ресурсных ограничений;
- тактического управления реализацией научных проектов и программ (современная методология которого подразумевает проектный подход и контроль достигнутых уровней готовности технологий);
- управления ресурсами науки, в т.ч. развитием экспериментальной базы и центров компетенции в соответствующих областях науки и техники, включая развитие их кадрового потенциала, т.е. управление развитием профессионального образования, аттестацией научных кадров;
- управления результатами научно-технической и интеллектуальной деятельности, включая их коммерциализацию и межотраслевой трансфер, продвижение и внедрение в других отраслях и областях техники, а также поиск релевантных результатов в других отраслях и областях техники, и т.д.

Примером такого инструментария может служить методологическая база управления развитием науки и технологий в авиастроении, развиваемая Национальным исследовательским центром имени Н.Е. Жуковского [4].



**Рис. 5. Методология прогнозирования научно-технологического развития (схема)**

Задачи формирования решений, перечисленных выше, являются исключительно сложными с методологической точки зрения и трудоемкими.

Например, прогнозирование и стратегическое планирование развития науки и технологий требуют количественной многофакторной оценки результативности и рисков применения тех или иных новых технологий в национальной экономике или обороне. Получить такую оценку объективно, с учетом множества реальных факторов, можно только на основе системного моделирования соответствующих сфер применения технологий. Причем, модели разных уровней создаются, хранятся и развиваются в различных организациях, т.е. соответствующие комплексы моделирования становятся распределенными организационно-техническими системами, подробнее см. [3]. Уже на стадии прикладных НИР, создания НТЗ, а не позже, на стадии разработки новых образцов, необходимо создание «цифровых двойников» - даже для изделий дальней перспективы, в т.ч. гипотетических концепций, которые не будут отобраны для дальнейшей разработки. Такое решение позволит экономить значительные финансовые и временные ресурсы, подробнее см. [2].

Тактическое управление реализацией программ исследований и разработок, управление ресурсами науки требуют актуальной информации о состоянии сложных систем большой размерности и оптимизации их функционирования и развития, причем, в реальном времени. Это, в свою очередь, также требует распределенных информационно-

управляющих систем, единого информационного пространства в соответствующих отраслях и областях техники. То же самое касается задач управления реализацией результатов интеллектуальной и научно-технической деятельности, где, помимо перечисленного, также находят применение современные технологии цифровой экономики.

Таким образом, задачи управления научно-технологическим развитием – это задачи интеллектуального управления, для решения которых востребован самый современный методологический аппарат и компьютерный инструментарий.

## **Заключение**

Недостаточно эффективное использование научно-технического потенциала Российской Федерации в интересах ее социально-экономического развития и обеспечения национальной безопасности вызвано системными проблемами в сфере управления развитием науки и технологий. В их числе – недооценка роли государства в управлении научно-технологическим развитием, уход от ответственного квалифицированного управления в область формальной «модерации процессов», дефицит компетенций для полноценного выполнения функций «квалифицированного заказчика» в сфере исследований и разработок. Основные конструктивные выводы из проведенного анализа этих проблем таковы:

1. Технологии определяют уровень конкурентоспособности продукции. Компенсация недостаточного уровня технологического совершенства на последующих стадиях жизненного цикла продукции требует на порядки больших затрат. Поэтому создание научно-технологического задела и локализация созданных технологий на территории страны – оптимальный способ государственной поддержки национальной экономики.

2. Необходимо активное управление научно-технологическим развитием со стороны государства, включая:

- технологическое прогнозирование и стратегическое планирование научно-технологического развития;
- финансирование прикладных НИР и создания научно-технического задела;
- финансирование содержания и развития экспериментальной базы и центров компетенции по ключевым направлениям НТР.

Это важнейшие государственные функции.

3. Планы и программы развития науки и технологий должны предусматривать достижение конкретных измеримых «технических» параметров новых технологий, а

также уровней их готовности к определенным срокам. При этом формирование таких планов, управление их реализацией, контроль выполнения должны опираться на объективные результаты расчетов и системного моделирования применения перспективных технологий в национальной экономике и обороне.

4. В качестве «мозговых центров», выполняющих функции научного и экспертно-аналитического обеспечения процессов управления научно-технологическим развитием при органах государственного управления, предлагается использовать национальные исследовательские центры как обладающие достаточными компетенциями, уполномоченные формировать прогнозы и стратегические планы развития науки и технологий в соответствующих областях. Выполнение ими государственных функций должно быть гарантированно обеспечено необходимыми ресурсами.

## Литература

1. *Дутов А.В., Клочков В.В.* Стратегическое управление развитием авиационных технологий: проблемы и современные решения // Экономический анализ: теория и практика. 2013. № 48 (351). С. 2-15.

2. *Дутов А.В., Клочков В.В., Рождественская С.М.* Эффективные принципы стратегического планирования и организации разработки новых технологий и наукоемкой продукции // Друкеровский вестник. 2018. № 5. С. 99-112.

3. *Дутов А.В., Клочков В.В., Рождественская С.М.* Стратегическое управление технологическим развитием и научно-техническими знаниями (на примере авиастроения) // Друкеровский вестник. 2019. № 1. С. 177-191.

4. Методологические основы и регламенты управления исследованиями и разработками в высокотехнологичных отраслях промышленности (на примере Национального исследовательского центра «Институт имени Н.Е. Жуковского») / под общей редакцией Б.С. Алешина и А.В. Дутова. М.: изд-во ГосНИИАС. 2017 – 160 с.

5. План деятельности ФГБУ «Национальный исследовательский центр «Институт имени Н.Е. Жуковского» по развитию науки и технологий в авиастроении, утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 16 сентября 2016 г. № 1959-р.

6. Управление научно-техническим прогрессом в аэрокосмической отрасли: иностранный опыт для России / под ред. Б.С. Алешина, А.В. Дутова, С.Л. Чернышева. М.: Центр анализа стратегий и технологий, 2017 – 216 с.



## **Форсайт развития науки и технологий в авиадвигателестроении**

*Ланшин А.И.*, д.т.н., с.н.с. заместитель генерального директора по науке,  
[lanshin@ciam.ru](mailto:lanshin@ciam.ru).

*Ерохина Н.Ю.*, начальник сектора,  
[erokhina\\_ny@ciam.ru](mailto:erokhina_ny@ciam.ru)

ФГУП «Центральный институт авиационного моторостроения  
им. П.И. Баранова», г. Москва

### **Введение**

В 2011 году в рамках подготовки «Национального плана развития науки и технологий в авиастроении на период до 2025 года и дальнейшую перспективу» специалисты ведущих научных институтов страны (ЦАГИ, ЦИАМ, ВИАМ, ГосНИИАС и др.) начали работу по формированию «Форсайта развития авиационной науки и технологий до 2030 года и на дальнейшую перспективу» [1].

Рабочей группой, созданной в соответствии с Протоколом № 1 от 28.06.2011 г. совещания в Минпромторге России из представителей указанных НИИ, была принята общая для всех схема работ по формированию Национального плана (рисунок 1), а также формат представления прогнозов (форсайтов) развития научных направлений. Форсайт (англ. Foresight – предвидение) – систематически организованный процесс, направленный на выявление долгосрочных перспектив науки и технологий, экономики и общества. Применяется для определения стратегических направлений развития инноваций, способных принести наибольшие социально-экономические блага. Одним из методов реализации таких прогнозов являются «дорожные карты».

При этом в качестве основной цели развития науки и технологий авиационной промышленности ставилось достижение мирового уровня создаваемой научно-технической продукции и создание постоянно обновляемого научно-технического задела (НТЗ), который должен стать основой обеспечения конкурентоспособности продуктов отрасли, в том числе вновь создаваемых образцов авиационной техники.

В соответствии с методологией, разработанной Международным научно-образовательным форсайт-центром Института статистических исследований и экономики знаний НИУ «Высшей школы экономики» и адаптированной для проведения форсайта в области авиационной науки и технологий [1], результатами работ последовательных этапов создания форсайта являлись:

- Приоритеты развития научного направления;

- Формирование «образа будущего» данного научного направления;



Рис. 1 Схема работ по формированию Национального плана

- Потребные ресурсы – кадры, экспериментальная база и т.д.;
- Риски;
- Дорожная карта развития технологий в ближней (2015 г.), средней (2020 г.) и дальней (2030 г.) перспективах.

Применительно к авиационному двигателестроению в ФГУП «ЦИАМ им. П.И. Баранова» (далее – ЦИАМ) были определены девять научных направлений, соответствующих существовавшим на тот период в Институте центрам компетенции:

1. Термодинамика и теплообмен
2. Газодинамика
3. Горение
4. Прочность
5. Надежность, безопасность, диагностика
6. Системы автоматического управления су
7. Экология
8. Экономика и интегрированная логистическая поддержка
9. Химмотология

Ниже воспроизведен принятый в ЦИАМ в 2011 г. подход к формированию форсайта на примере развития научного направления «Термодинамика и теплообмен» применительно к силовым установкам (СУ) летательных аппаратов (ЛА) гражданской авиации (ГА).

## **1. Приоритеты развития научного направления «Термодинамика и теплообмен»**

- Обеспечение высокой экономичности, адаптивности и эксплуатационных характеристик двигателей (топливная экономичность, устойчивая работа во всем диапазоне эксплуатации, надежный земной и высотный запуск, высокие динамические характеристики, обеспечение приемлемых характеристик двигателей в условиях обледенения и других климатических условиях, высокой адаптивности управления, освоение применения альтернативных топлив);

- Габаритно-массовые характеристики (снижение удельного веса, объема и габаритных размеров авиационных двигателей, повышение эффективности интеграции СУ и планера);

- Экологические характеристики (уменьшение вредных выбросов в атмосферу путем повышения топливной экономичности, снижение шума в источнике путем выбора рациональных параметров и конструктивно-схемных решений двигателей);

- Обеспечение полетов в атмосфере высокоскоростных магистральных самолетов и многоразовых космических транспортных систем (параллакс, всеазимутальность при выведении и спуске с орбиты) при соблюдении экологических требований;

- Обеспечение высокой экономичности и адаптивности к условиям эксплуатации промышленных газотурбинных установок (ГТУ) на базе авиационных двигателей, их экологических характеристик, удовлетворяющих перспективным требованиям международных стандартов (уменьшение вредных выбросов в атмосферу путем повышения топливной экономичности, применения экологически чистых технологий сжигания топлива, снижение шума).

## **2. Формирование «образа будущего» научного направления**

Формирование «образа будущего» является результатом реализации системного подхода к продвижению по цепочке: «приоритеты —> индикаторы —> возможные решения —> образ будущего».

В 2011 г. индикаторы были спрогнозированы для всех типов авиационных двигателей и ГТУ на их основе. В качестве примера в таблице 1 приведены разработанные в тот период индикаторы развития показателей двигателей для магистральных и региональных самолетов ГА.

При анализе возможных решений учитывалось, что к началу 2010-х годов двигатели магистральных и региональных самолетов ГА в мире достигли высокого уровня совершенства и дальнейшее улучшение их показателей эффективности с годами происходит все медленнее. Например, традиционные способы снижения удельного расхода топлива путем повышения параметров термодинамического цикла (суммарной степени повышения давления в цикле и температуры газа перед турбиной, коэффициентов полезного действия узлов и снижения потерь полного давления во входных и выходных устройствах) и степени двухконтурности могут обеспечить относительно небольшие улучшения экономичности, но приводят к увеличению диаметральных размеров, осложнению проблем обеспечения требуемых ресурсов основных деталей, приемлемого теплового состояния деталей «горячей» части и т.д. В рамках традиционных подходов к повышению эффективности авиационных двигателей еще имеется определенный резерв, связанный с совершенствованием основных узлов (газовая динамика, устойчивость, эффективность охлаждения), с расширением использования композиционных материалов в лопаточных машинах, камерах сгорания, элементах мотогондолы, что позволяет несколько снизить удельный вес и тем самым повысить топливную эффективность ЛА, а также с применением «электрифицированных» двигателей, у которых отсутствует отбор воздуха на кондиционирование кабины.

**Табл. 1 Показатели и индикаторы развития двигателей для дозвуковых самолетов ГА**

	2015 г.	2020 г.	2030 г.
Наработка на выключение в полете - не менее, тыс. ч	200	300	500
Ресурсы основных деталей «гор»/»хол» частей, тыс. п. циклов*	20 / 40	22 / 45	30 / 60
Снижение кр. уд. расхода топлива и CO <sub>2</sub> , % к двигателям 2010 г.	10 – 15	15 - 20	20 - 30
Снижение шума по сравнению с нормой Гл. 4, EPN dB	15	> 20	> 40
Снижение эмиссии NO <sub>x</sub> , % к Нормам ИКАО 2008 г.	30 - 45	40 - 60	60 - 80
Снижение удельной массы, % к двигателям 2010 г.	0	0	10

\*) при времени полетного цикла – 2 часа

С учетом этих факторов прогнозируется все большее внимание к исследованиям СУ нетрадиционных конструктивно-компоновочных схем: турбовинтовентиляторные двигатели (ТВВД – «открытый ротор») с биротативными винтовентиляторами; двигатели сложных термодинамических циклов (с промежуточным охлаждением воздуха при сжатии и регенерацией тепла в процессе расширения газа в турбине), в которых ключевую роль играют легкие компактные теплообменники охладители и рекуператоры; распределенные СУ (привод нескольких вентиляторов-двигателей от одного генератора мощности), глубоко интегрированные с элементами планера и позволяющие повышать степень двухконтурности без увеличения диаметральных размеров СУ; гибридные силовые установки, привод вентиляторов которых осуществляется одновременно от турбин и электродвигателей и др. Переход к таким схемам СУ, с одной стороны, может потенциально обеспечить существенное улучшение технико-экономических характеристик ЛА, а, с другой стороны, сопряжен с заметными рисками в связи с ограниченным опытом создания таких силовых установок и необходимостью значительной модернизации экспериментальной базы. Переход к таким конфигурациям на практике является ключевой точкой ветвления на пути развития авиации.

Необходимо отметить, что повышение экономичности перспективных СУ, аэродинамического качества и весового совершенства ЛА приводит к значительному уменьшению взлетного веса и потребой тяги двигателей. При этом важной особенностью перспективных двигателей региональных, ближне- и среднемагистральных самолетов является уменьшение размерности их газогенераторов в 1,5 – 2,5 раза по сравнению с семейством ПД-14. Указанный факт означает, что для двигателей магистральных и региональных самолетов актуальной может стать проблема применения высокоэффективных осецентробежных и центробежных компрессоров.

Для *сверхзвуковых деловых самолетов (СДС)* потребуется создание двигателей с широким изменением степени двухконтурности в процессе полета, что будет достигаться сначала применением отдельных регулируемых элементов двигателей (смесителя, сопла), а затем, в более отдаленной перспективе, специализированных двигателей изменяемого рабочего процесса в сочетании с высокоэффективными средствами снижения шума в источнике. (Действующие индикаторы развития двигателей для СДС и других двигателей, СУ и ГТУ, описываемых в данной статье, приведены в работе [2] – прим. авторов).

В области *СУ винтокрылых летательных аппаратов* основное внимание будет сосредоточено на формировании двигателей и трансмиссией скоростных вертолетов и конвертируемых ЛА. Прогнозируются три ключевых направления, обеспечивающих «прорывное» улучшение показателей вертолетных двигателей: широкое комплексное

применение перспективных композитных материалов различных типов, обеспечивающее, в частности, радикальное (на 200...300 К) повышение температуры газа в двигателях с неохлаждаемой горячей частью (т.н. «неметаллический двигатель»); отказ от использования в двигателе механического привода агрегатов через коробку передач и переход на использование электроприводных агрегатов, питающихся от встроенного высокооборотного генератора (т.н. «электрический двигатель»); применение в двигателе роторных опор нетрадиционного типа (неметаллические композитные, газовые, электромагнитные), не требующих масляного охлаждения, исключение из конструкции двигателя масляной системы (т.н. «сухой двигатель»).

На более отдаленную перспективу рассматриваются СУ вертолетов с электрическим приводом несущего и вспомогательного винтов (т.н. «электрический вертолет»). Двигатель предполагается использовать в качестве газотурбинного привода электрического генератора. Кроме того, исследуются интегральные силовые установки, в которых турбореактивный двухконтурный двигатель (ТРДД) с регулируемым вентилятором, несущий винт и тракт выхлопной системы двигателя объединены в единую структуру. При этом остаются актуальными вопросы «прорывного» снижения расхода топлива и массы двигателя, применяемого в таких силовых установках. Должны получить развитие *авиационные поршневого двигателя (АПД) применительно к ЛА малой авиации и беспилотным летательным аппаратам (БПЛА).*

Характерными особенностями перспективных *вспомогательных газотурбинных двигателей (ВГТД)* являются: опоры на газодинамических или электромагнитных подшипниках; безредукторный привод электрогенератора – электростартера; высокооборотный электрогенератор на постоянных магнитах с обеспечением возможности работы в стартерном режиме для запуска двигателя. Существенное улучшение топливной экономичности и экологических показателей (по выбросам в атмосферу вредных веществ и по шуму) будет получено при переходе на гибридные вспомогательные силовые установки с использованием технологий, основанных на применении топливных элементов. Перспективным направлением является создание интегрированного энергоузла, который объединит в одном агрегате ВГТД, систему запуска, систему аварийного энергообеспечения и систему кондиционирования самолета.

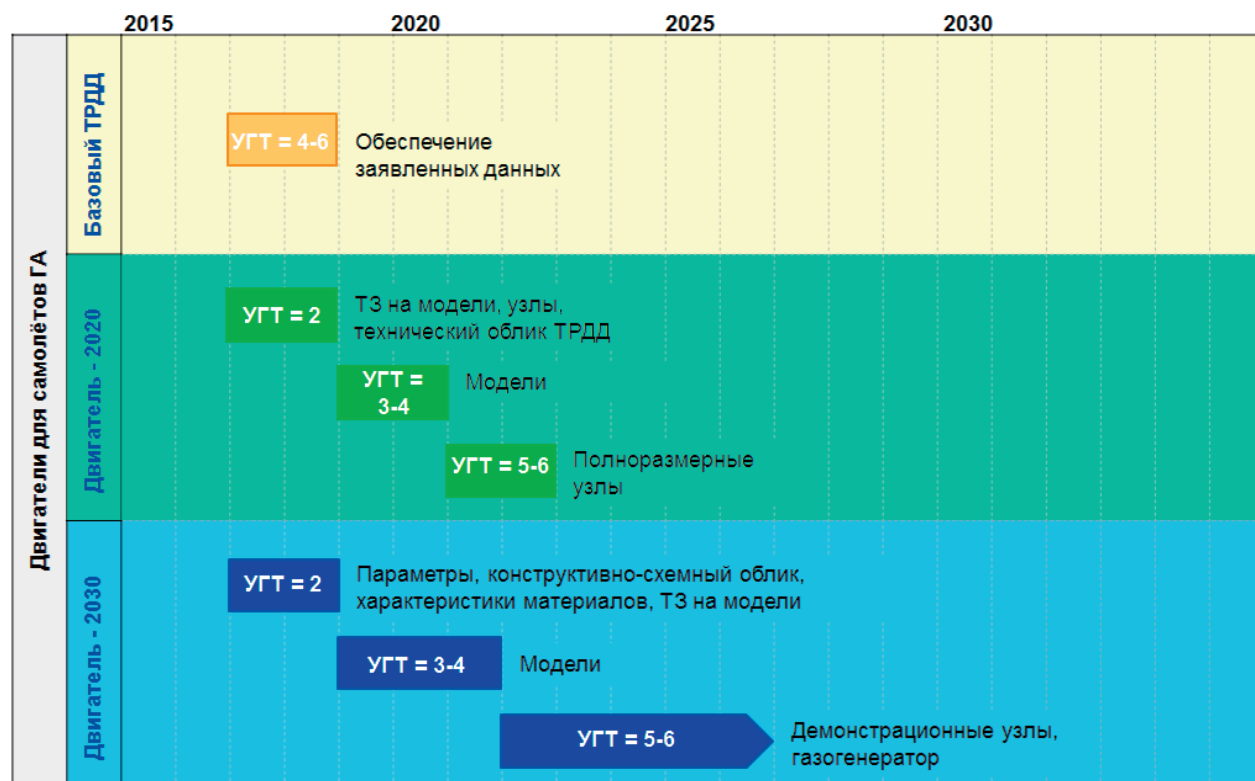
В «Дорожной карте» (рисунок 2) указаны планировавшиеся в 2011 г. этапы работ по повышению уровня готовности технологий (УГТ) при создании НТЗ для трех комплексных проектов: «Базовый двигатель (ПД-14)», «Двигатель – 2020» и «Двигатель – 2030». Очевидно, что сроки реализации указанных проектов во многом зависят от ряда внешних факторов, основными из которых являются:

- темпы экономического развития мировой и российской экономики, роста объемов перевозок и расширения бизнес-контактов. В частности, это может повлиять на интерес к созданию компоновок больших пассажирских и транспортных самолетов в схеме «летающее крыло» и других компоновок интегральных схем, сверхзвуковой деловой авиации и соответствующих силовых установок;

- рост стоимости и доступность авиационного керосина. Осложнение ситуации в этой области может стимулировать интерес к практическому применению винтовых и винтовентиляторных двигателей, альтернативных видов топлива;

- принятие законодательных актов в области авиационного транспорта, ужесточение экологических требований, в частности по шуму на местности, нормирование требований по допустимому уровню звукового удара от сверхзвуковых ЛА. Эти факторы могут повлиять на развитие, в частности, двигателей сверхзвуковой гражданской авиации.

(В настоящее время к указанным факторам добавились проблемы импортозамещения – прим. авторов).



*Рис. 2 Технологическая дорожная карта по разделу «Двигатели для самолетов ГА» (2011 г.)*

### 3. Потребные ресурсы

Для успешного решения задач по реализации перечисленных выше приоритетных технологий необходима модернизация экспериментальной базы, обеспечение высококлассной компьютерной и измерительной техникой, восстановление кадрового потенциала. К этому добавляется обеспечение перспективными конструкционными материалами, в первую очередь, неметаллическими композиционными, покрытиями разного назначения, высокоэффективными производственными технологиями.

В 2011 г. особо выделялась необходимость коренного обновления экспериментальной и технологической базы по трем основным направлениям:

- совершенствование методики и техники экспериментальных исследований, точности и информативности получаемых результатов, создание новых методов экспериментальных исследований;

- глубокая модернизация существующих экспериментальных стендов и установок, обновление информационно-измерительных и управляющих комплексов, а также измерительного оборудования;

- проектирование и создание новых стендов и установок, расширяющих диапазоны и возможности экспериментальных исследований, способствующих приближению получаемых характеристик к натурным условиям.

В области создания двигателей для перспективных дозвуковых и сверхзвуковых ЛА отмечалось, что потребуются модернизация двигательных стендов ЦИАМ Ц-1А (двигатели размерности ПД-14), Ц-4Н; УВ-3К (двигатели с тягой до 5 тс), У-10М (климатические испытания), У-9М (обледенение), У-335, У-336 (двигатели БПЛА). В дальнесрочной перспективе необходимо создание комбинированного эталонного открытого стенда для проведения испытаний ТРДД сверхвысокой степени двухконтурности и ТВВД, испытаний авиационных двигателей при попадании на вход посторонних частиц с аэродромных покрытий, кусков льда и птиц в условиях взлета и посадки. Для обеспечения испытаний узлов, систем и агрегатов перспективных двигателей потребуются модернизация стендов У-7М («электрический» двигатель); У-368 (пылезащита); У-375/377; У-381 (элементы масляных систем). В области создания перспективных ГТУ потребуются модернизация стендов Ц-16М, Ц-16К, Ц-17Т.

Действующие стенды должны быть оснащены модернизированными системами управления и измерений, включая средства измерения высоких (2000-3000 К) температур.

Ввиду высокой стоимости и энергозатратности проводимых экспериментальных исследований вышеперечисленные стенды должны сохранить свое назначение как центры



коллективного пользования для всех отраслевых конструкторских бюро и научных организаций.

Требуется проведение комплекса научно-исследовательских работ (НИР) в обеспечение модернизации технологических систем стендов для сертификационных испытаний СУ, их систем и элементов конструкций ЛА.

Также важнейшим условием для обеспечения расчетов в авиационной термодинамике и теплообмене является доступ к суперкомпьютерам с производительностью до 20 PFlops в среднесрочной и до 2000 PFlops в дальней перспективе.

Важнейшим условием реализации перспективных направлений является кадровое обеспечение исследований, поскольку цикл подготовки специалиста-двигателиста высокого уровня достаточно длителен и составляет от 5 до 10 лет.

#### **4. Риски**

При прогнозировании развития научных направлений необходимо учитывать широкий спектр разнообразных рисков, включая:

- Технический и технологический риски создания двигателя нового поколения на этапе разработки концепции ( $УГТ = 2$ ) соответствуют 90%, снижаясь до 30 - 40% на этапе создания и испытаний демонстраторов газогенератора и двигателя (эти риски охватывают новые материалы, топлива, производственные технологии, все новые узлы и системы перспективного двигателя).

- Организационно-управленческие риски (разрушение кооперации, отсутствие заинтересованности промышленности во внедрении результатов создания НТЗ и др.).

- Разрушение инфраструктуры, утеря технологий эксперимента отдельных узлов, систем и двигателя с перспективными характеристиками в целом.

- Уровень финансирования. Это касается как уровня оплаты и условий труда, так и обновления экспериментального и иного оборудования.

- и др.

Таким образом, были составлены форсайты по всем 9 научным направлениям. Это стало основой для формирования лота государственного контракта на 2011 – 2012 годы в рамках Федеральной целевой программы «Развитие гражданской авиационной техники России на 2002 – 2010 годы и на период до 2015 года» с целью проведения поисковой НИР по формированию облика и выявления критических технологий двигателей ЛА ГА следующего (6-го) поколения. В результате выполнения этой НИР на основе обобщения

данных прогнозных исследований [3] были определены целевые индикаторы развития авиационных двигателей в период до 2030 г. [4].

Как отмечалось в работе [3], «в результате проведенных исследований в 2012 году был сформирован, согласован с ОАО «УК «ОДК» (ныне АО «ОДК») и утвержден Департаментом авиационной промышленности Минпромторга России «Перечень мероприятий по проектированию, изготовлению и испытаниям экспериментальных объектов в целях создания НТЗ для авиационных двигателей гражданского назначения 2025-2030 годов» [5], включивший укрупненные планы-графики по 73 работам, направленным на отработку под руководством ЦИАМ критических технологий по всем типам перспективных двигателей для гражданской авиации с привлечением профильных отраслевых и академических НИИ, ВУЗов и предприятий промышленности».

Все последующие научно-исследовательские работы, выполнявшиеся в рамках уже государственной программы РФ «Развитие авиационной промышленности на 2013 – 2025 годы» в области создания НТЗ для перспективных двигателей ЛА ГА, так или иначе ставились для последовательного решения задач, определенных в Перечне [5].

На их результаты, безусловно, повлияли риски, обозначенные в Форсайте и связанные с недостаточным уровнем финансирования работ по созданию НТЗ – почти на 2 порядка ниже, чем в авиадвигателестроительных отраслях США и Западной Европы.

В 2016 г. была разработана новая версия форсайта, ставшая основой для уточнения тематики комплекса трехлетних (2017 – 2019 гг.) работ ЦИАМ по созданию НТЗ для перспективных двигателей и силовых установок ЛА ГА.

В этой версии нашли отражение новые научные и технологические направления развития авиадвигателестроения, получившие особую актуальность в период после 2010 года. Соответственно, в Институте выделились пять новых Центров компетенции:

- 10. Электрические и гибридные технологии*
- 11. Метрология и обеспечение единства измерений*
- 12. Информационные технологии*
- 13. Технологии авиационных приводов и трансмиссий*
- 14. Новые производственные технологии*

На рисунке 3 показаны относительные объемы выручки по научным направлениям (центрам компетенции) в 2016 году.

### Объемы выручки по научным направлениям (Центрам компетенций)



*Рис. 3 Относительные объемы выручки по Центрам компетенции в 2016 году*

Ниже представлены основные направления исследований и разработок новых Центров компетенции.

#### ***Электрические и гибридные технологии:***

- исследование тенденций развития и формирование требований к эксплуатационным характеристикам перспективных авиационных гибридных и электрических СУ;
- анализ возможности применения гибридных и электрических СУ на ЛА гражданского назначения;
- создание демонстраторов гибридных и электрических СУ для ЛА различного назначения;
- улучшение топливной экономичности и экологических характеристик.

#### ***Метрология и обеспечение единства измерений:***

- разработка нормативно-технической и методической документации, метрологическая экспертиза документации, аттестация методик (методов) измерений;
- исследования в интересах расширения возможностей ЦИАМ в области обеспечения единства измерений, аккредитация и подтверждение компетентности;
- разработка нормативных документов, регламентирующих метрологический надзор в ЦИАМ;
- поверка, калибровка и испытания в целях утверждения типа средств измерений согласно области аккредитации;
- методическое обеспечение и выполнение функций головного института отрасли в области измерений и метрологии.

#### ***Информационные технологии***

- гармонизация и разработка регламентов и унифицированных средств взаимодействия информационных систем, включая системы проектирования, управления жизненным циклом, управления деятельностью ЦИАМ;
- переход на безбумажные технологии обмена, использования и архивного хранения юридически значимой электронной технической документации и 3D-моделей;
- создание иерархической системы управления нормативно-справочной информацией, централизованных каталогов и архивов электронной технической документации и научно-методического обеспечения, включая каталоги и базы данных;
- обеспечение информационной безопасности с использованием сертифицированных средств защиты информации в рамках локальных телекоммуникационных сетей ЦИАМ и защищенных сегментов единого информационного пространства НИЦ «Институт имени Н.Е. Жуковского», РАН, ОПК;

оптимизация затрат на обеспечение защиты сведений, составляющих государственную, служебную и коммерческую тайну;

- повышение уровня и комплексности автоматизации управления ЦИАМ, проектирования, производства, инженерного документооборота;

- создание инфраструктуры центра обработки экспериментальных данных и централизованной системы их долговременного хранения в рамках единого информационного пространства ЦИАМ с учетом требований информационной безопасности.

### ***Технологии авиационных приводов и трансмиссий***

- создание и испытание демонстратора технологий создания конического привода агрегатов для перспективных ТРДД в классе тяги 22-35 тс;

- создание и испытание демонстратора высокоскоростной входной ступени перспективного вертолетного редуктора;

- повышение КПД зубчатых передач;

- уменьшение массы зубчатых колес и редукторов;

- исследование возможности применения новых материалов, покрытий и химико-термической обработки для повышения ресурса зубчатых колес

- снижение виброактивности;

- увеличение времени работы редукторов в условиях масляного голодания;

- разработка нормативных документов (нормы прочности, межгосударственные стандарты, методики расчета и др.);

- снижение затрат на производство зубчатых колес и редукторов;

- снижение стоимости разработки редукторов (новые методы проектирования и испытаний);

- повышение надежности;

- повышение достоверности испытаний редукторов, разработка методов и средств испытаний и контроля редукторов;

- обеспечение диагностики авиационных приводов и трансмиссий на всех этапах жизненного цикла.

### ***Новые производственные технологии***

- сокращение затрат времени и средств на разработку, изготовление и техническое обслуживание;

- экономия материалов (существенное повышение коэффициента использования материала);

- снижение массы деталей и двигателей в целом;

- повышение надежности;

- улучшение топливной экономичности и экологических характеристик.

С середины 2012 г. начал формироваться интерес к созданию ТРДД большой тяги (~ 35 тс) для перспективного российско-китайского широкофюзеляжного дальнемагистрального самолета (ШФДМС). Примерно в тот же период в мире начался «бум» электрических и гибридных технологий для применения в силовых установках перспективных ЛА (в первую очередь легких самолетов и винтокрылых ЛА).

Сформированные на основе целевых показателей и индикаторов «Плана деятельности ФГБУ «НИЦ «Институт имени Н.Е. Жуковского» по развитию науки и технологий в авиационной отрасли на 2016 – 2030 годы» [4] с учетом новых научных направлений научно-исследовательские работы на 2017 – 2019 гг. охватили следующую тематику:

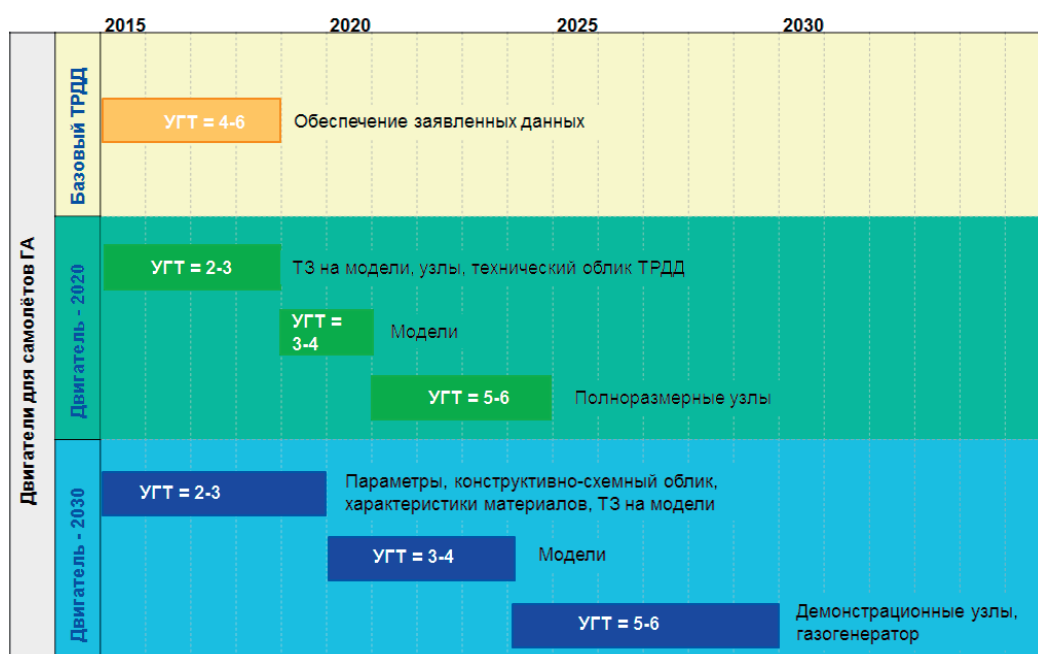
- создание НТЗ для ТРДД магистральных самолетов ГА 2020-х годов, их узлов и систем с учетом требований конкурентоспособности на мировом рынке;

- создание НТЗ для самолетных маршевых двигателей и СУ дозвуковых и сверхзвуковых самолетов ГА 2030–х годов;
- создание НТЗ для перспективных малоразмерных газотурбинных двигателей (МГТД) и АПД легких самолетов, вертолетов и БПЛА;
- создание НТЗ для гибридных и электрических СУ перспективных гражданских ЛА различного назначения;
- комплексные исследования по расширению технологических возможностей и обоснованию технического перевооружения и модернизации уникальной государственной стендовой базы в обеспечение создания НТЗ при разработке перспективных авиационных двигателей, их узлов и систем.

В 2018 году дополнительно в тематический план ЦИАМ включены (в результате конкурса Минпромторга России) еще две НИР (на 2018 – 2019 гг.) по созданию НТЗ для перспективных авиационных поршневых и гибридных двигателей.

В области перспективных гибридных и электрических силовых установок используются результаты фундаментальных и поисковых исследований институтов РАН в области электрохимической генерации, высокотемпературной сверхпроводимости, конверсии углеводородных топлив и др.

Приобретенный опыт создания НТЗ для ПД-14 и ПД-35, вертолетных МГТД и перспективных АПД позволил внести коррективы в «дорожные карты» отработки новых технических решений и технологий авиационных двигателей нового поколения (рисунок 4).



**Рис. 4** Технологическая дорожная карта по разделу «Двигатели для самолетов ГА» (2018 г.)

Анализ работ по созданию НТЗ в США и Западной Европе показывает, что для двигателей магистральных самолетов ГА поколений 5 – 5<sup>+</sup> сроки достижения УГТ = 6 составляют 8 – 10 лет при относительной доли затрат от проекта в целом 50 – 60%, для двигателей 6 поколения (2030-х годов) эти показатели увеличиваются до 12 – 15 лет и до 70% [6].

Следует отметить, что ведущие западные авиадвигателестроительные компании вкладывают в создание НТЗ не менее 50% собственных средств, черпая их из доходов за техническое обслуживание и текущий ремонт (ТОИР) своих двигателей. При развитой системе ТОИР этот доход может в 5 – 6 раз превышать доход от продаж новой техники. Однако для этого необходимо, чтобы в эксплуатации находились десятки тысяч двигателей (у компании GE aviation – более 30000 двигателей большой и средней тяги).

В нашей стране доход от эксплуатации авиадвигателей ГА не так значим (российских ТРДД ПС-90А всех модификаций в эксплуатации чуть больше 250 шт.), поэтому в настоящее время и на неопределенную перспективу главным заказчиком создания НТЗ для двигателей будущих отечественных гражданских ЛА остается государство.

В этих условиях практика работ по созданию НТЗ показывает, что реально до УГТ = 6 в рамках НИР могут быть доведены только малоразмерные МГТД и АПД для сверхлегких самолетов и вертолетов ГА. Для перспективных базовых двигателей региональных и магистральных самолетов при сохранении существующего уровня финансирования уровень готовности технологий в рамках НИР не превысит УГТ = 3 - 5. Создание демонстраторов крупных узлов, газогенератора и демонстрационного двигателя под силу только кооперации ведущих НИИ и промышленных предприятий. На это, в частности, указывается в работе [7]: «Финансовая поддержка науки, технологий и инноваций (НТИ) становится все более актуальной...кооперация и сетевое взаимодействие в рассматриваемой сфере приобретает ключевую роль. ...Государство продолжает играть решающую роль в поддержке этой сферы...».

## **Заключение**

1. Форсайт развития науки и технологий в авиадвигателестроении показывает, что для обеспечения конкурентоспособности отечественной авиационной техники в 2030-е годы необходимо создание НТЗ не только для дальнейшего совершенствования двигателей традиционных схем и материалов для их создания, но и для отработки прорывных технических решений и технологий двигателей новых схем, имеющих значительный потенциал для повышения технико-экономических, экологических и

эксплуатационных характеристик

2. Мировая практика и опыт ЦИАМ показывают, что *в основе создания НТЗ для сложных технических объектов, к которым относятся авиационные двигатели, должна быть методология 6 уровней готовности технологий*, объединяющая неразрывный процесс фундаментальных, поисковых и прикладных исследований до создания и испытаний демонстрационного образца в реальных условиях эксплуатации для подтверждения эффективности принятых технических решений и отработанных технологий. Причем в государственном секторе науки финансирование работ *до УГТ = 3 - 4* должно осуществляться преимущественно за счет средств федерального бюджета, а для достижения УГТ = 5 - 6 – с привлечением дополнительно средств и сил промышленных предприятий.

3. В авиационном двигателестроении, развивающемся поколениями, характеризуемыми типами и назначением двигателей, уровнем параметров термодинамического цикла, принципиальной схемой основных узлов, конструкционными материалами и технологиями изготовления конструкции основных узлов, *процесс создания НТЗ должен быть непрерывным*: с более высокими УГТ для двигателей ближней перспективы и с начальными УГТ на этапе фундаментальных и поисковых исследований для двигателей следующего поколения (на перспективу 10 - 15 и более лет).

## **Литература**

1. Форсайт развития авиационной науки и технологий до 2030 года и на дальнейшую перспективу, Москва, 2014.
2. Бабкин В.И., Ланшин А.И., Солонин В.И., Цховребов М.М. Развитие авиационных ГТД и создание уникальных технологий, М: «Двигатель», № 2 (86), 2013, с. 2-7.
3. Ланшин А.И. Опыт организации НИР по созданию НТЗ для перспективных авиационных двигателей, Труды Третьей научно-практической конференции «Проблемы управления научными исследованиями и разработками-2017», Москва, 26.10.2017.
4. План деятельности ФГБУ «НИЦ «Институт имени Н.Е. Жуковского» по развитию науки и технологий в авиастроении на 2016 – 2030 годы, утвержденный распоряжением Правительства Российской Федерации от 16 сентября 2016 г. № 1959-р.
5. Перечень мероприятий по проектированию, изготовлению и испытаниям экспериментальных объектов в целях создания НТЗ для авиационных двигателей гражданского назначения 2025-2030 годов, утвержден 09.04.2012.

6. Работы ведущих авиадвигателестроительных компаний в обеспечение создания перспективных авиационных двигателей. Под ред. В.А. Скибина и В.И. Солони́на, М: ЦИАМ, 2010.

7. Р.С. да Фонсека, А. Пинheiro-Велосо Финансирование науки, технологий и инноваций: современная практика и перспективы, М: Форсайт, НИУ «Высшая школа экономики», т. 12, №2, 2018, с. 6-22.



## **Управление качеством технической концепции перспективного транспортного самолета на начальной стадии проектирования**

**Бондарев А.В.**, ведущий инженер,  
[bondarevram@mail.ru](mailto:bondarevram@mail.ru)

**Васин С.С.**, техник,  
[sergey.vasin@tsagi.ru](mailto:sergey.vasin@tsagi.ru)

**Ковалев И.Е.**, д.т.н., профессор, начальник научно-исследовательского комплекса  
управления научными проектами,  
[kovalev@tsagi.ru](mailto:kovalev@tsagi.ru)

**Коноплева В.М.**, специалист,  
[viktoria.konopleva@tsagi.ru](mailto:viktoria.konopleva@tsagi.ru)

**Скворцов Е.Б.**, к.т.н., заместитель начальника отделения,  
[skvortsov-tsagi@yandex.ru](mailto:skvortsov-tsagi@yandex.ru)

**Чанов М.Н.**, ведущий инженер,  
[arzmax@bk.ru](mailto:arzmax@bk.ru)

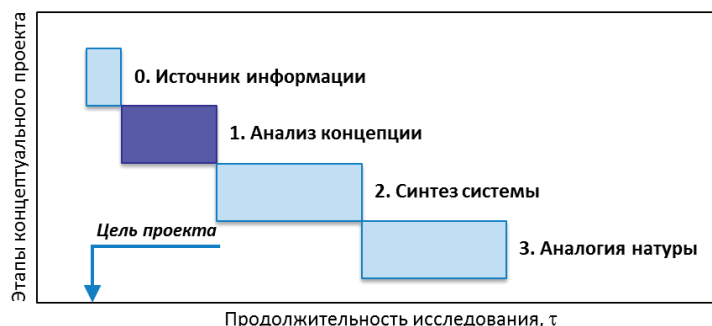
**Шелехова А.С.**, начальник сектора,  
[anna.shelekhova@tsagi.ru](mailto:anna.shelekhova@tsagi.ru)

ФГУП «Центральный аэрогидродинамический институт имени проф. Н.Е. Жуковского»,  
г. Жуковский

### **Введение**

Концептуальное проектирование – это начальная стадия жизненного цикла создания уникального объекта, например, летательного аппарата в авиации. Существенным является акцент на уникальности, принципиальной новизне, отказе от готовых решений для будущего изделия, отличающегося своими качествами. Поэтому для обеспечения новых потребностей необходим выбор рациональной технической концепции и поиск нестандартных научных разработок (технологий), которые позволили бы осуществить проект.

Управление концептуальным проектом предусматривает выполнение нескольких этапов (см. рис. 1).



**Рис. 1.** Процесс концептуального проектирования

Настоящая работа посвящена выбору рациональной концепции транспортного самолета на Этапе 1 «Анализ концепции». Для понимания целей и задач данного этапа рассмотрим основные особенности и ключевые определения.

## 1. Основные понятия концептуального проектирования

Ключевой характеристикой деятельности управляющего проектанта является его целеустремленность. Проектное задание включает определённые требования к объекту в виде связей и ограничений, наложенных на целевые индикаторы

$$Z \subset N_p \times N_r \times N_e, \quad (1)$$

где

$N_p$  – множество условий воздействия среды обитания;

$N_r$  – множество используемых ресурсов;

$N_e$  – множество полезных эффектов.

Под концепцией понимается сочетание актуальных для цели объекта принципов действия ( $\vec{Q}$ ), устройства ( $\vec{V}$ ) и формы ( $\vec{F}$ )

$$\vec{K} \subset \vec{V} \times \vec{F} \times \vec{Q}. \quad (2)$$

В свою очередь принципы – это свёртки логически связанной информации, направленной на достижение цели. Векторы направления принципов определяются идеями  $(\vec{\lambda}_g, \vec{\lambda}_x, \vec{\lambda}_u)$ , их скалярные содержания  $(V, F, Q)$  описывают системы, моделирующие объект. [1]

Декартовое произведение принципов, означает, что векторы идей образуют упорядоченную тройку  $(\vec{\lambda}_g, \vec{\lambda}_x, \vec{\lambda}_u)$ , связанную отношением суммы единичных векторов и формируют вектор имени концепции  $\vec{\sigma}_N$ , который объединяет смысл и логику идей достижения общей цели

$$\vec{\sigma}_N = \{(\vec{\lambda}_x, \vec{\lambda}_u, \vec{\lambda}_g) \mid \vec{\lambda}_x \in \vec{V} \wedge \vec{\lambda}_g \in \vec{F} \wedge \vec{\lambda}_u \in \vec{Q}\}. \quad (3)$$

То, что в задаче проектирования определено как способ и устройство, составляет, как известно, предмет патентно-изобретательской деятельности и входит в число основных инженерных понятий.

Принцип действия  $\vec{Q}$  содержит информацию об организации объекта: множестве динамических элементов  $u \in Q$ , которыми является взаимодействующие в общем технологическом процессе способы функционирования  $Q \subset M_u$ , отличающиеся такими признаками, как приёмы, режимы, последовательность и условия выполнения операций, реализующих отдельные программы управления.

Принцип устройства  $\vec{V}$  содержит информацию о внутренней структуре объекта: множестве статических элементов системы  $x \in V$ , которые представляют собой детали, узлы, агрегаты, изделия и другие орудия  $V \subset M_x$ , предназначенные для выполнения технологических процессов. Устройства как структурные единицы могут отличаться материалом, размерами, архитектурой и другими параметрами состояния.

Принцип формы  $\vec{F}$  содержит информацию о границах объекта и его элементов. Наиболее универсальной информацией – геометрической – обладают схемы и чертежи, которые характеризуют плотность распределения материала в пространстве и пограничную область взаимодействия с внешней средой  $g \in F \subset M_g$ .

Исследуемый объект характеризуется двумя понятиями «системы». В обоих случаях это упорядоченные множества, но одна модель формализует связи объекта со средой обитания  $(R, P, E)$ , экосистема  $S_z$  [1]

$$S_z \subset R \times P \times E, \quad (4)$$

а вторая модель (эндосистема  $S_0$ ) рассматривает объект обособленно от среды обитания и описывает внутренние связи

$$S_0 \subset V \times F \times Q. \quad (5)$$

При этом скалярные компоненты эндосистемы вошли в состав концепции независимо друг от друга как факторы решения частных задач в интересах поставленной цели. В тоже время они связаны сложившейся композицией идей (именем концепции). Их роль в данном случае состоит в представлении идей на скалярном поле фазовых параметров с их значениями в модели экосистемы.

В составе концепции (2) скалярные компоненты эндосистемы (5) образуют упорядоченные тройки фазовых параметров  $(x, g, u)$ , связанные отношением общности

идей, составляющих векторное имя концепции (3) и представляющие объективную просистему

$$S_N = \{(x, g, u) | x \in \vec{V} \wedge g \in \vec{F} \wedge u \in \vec{Q}\}, \quad (6)$$

для которой выполняется строгое условие подмножества

$$S_N \subset S_0.$$

Адекватная связь моделирующего сознания проектанта  $D$  с источником информации об объекте  $S_0$ , с одной стороны, и моделью его обитания  $S_z$  – с другой, согласно теории множеств [2] устанавливается функциональной системой

$$D: S_0 \rightarrow S_z.$$

Здесь экосистема  $S_z$  служит для измерения целевых показателей (1) и получения информации для принятия решений. Объектовая эндосистема  $S_0$  отображает результаты целенаправленных усилий проектанта, при этом собственно направление процесса проектирования заключено в более содержательной модели концепции.

Проектная деятельность основывается на использовании базы знаний, которая является комплексным множеством, включающим реальные факты и правила из прошлого опыта и мнимые гипотезы, вызванные новизной стоящих задач. Совокупность правил и гипотез образует множество  $M_{S_0}$  источников информации, адекватное цели проекта

$$M_{S_0} \subset M_x \times M_g \times M_u,$$

элементы которого составляют упорядоченные тройки вида

$$\{(x, g, u) | x \in V \wedge g \in F \wedge u \in Q\}.$$

В результате сформулированы все необходимые понятия для описания Этапа 1.

## 2. Методология Этапа 1 «Анализ концепции»

Решение этой задачи требует от проектанта формирования наилучшего плана поиска, позволяющего обеспечить информацией, необходимой и достаточной для принятия решения. Возникнуть такая информация может только из сравнения последовательно проверяемых вариантов концепции, отличающихся составом принципов.

Задача управления этим процессом представляется целочисленной, многошаговой, динамической с нелинейными функциональными связями. Её решение ищется методами математического программирования в дискретной постановке.

Проектант, используя источник знаний (базу данных)

$$M_{S_0} \subset M_x \times M_g \times M_u, \quad (7)$$

и генерируя идеи  $\vec{\lambda}_i$ , формирует принципы вида

$$\vec{A}_i = \vec{\lambda}_i A_i, \quad i=1,2,\dots,n, \quad (8)$$

направленные на достижение поставленной цели

$$Z \subset N_p \times N_r \times N_e. \quad (9)$$

Для известной сложности (например,  $n=3$ ) на каждом шаге поиска  $j = 0, 1, 2, \dots, c-1$  создаются концепции (коалиции) вида

$$\vec{K}(j) \subset \vec{V}(j) \times \vec{F}(j) \times \vec{Q}(j), \quad (10)$$

которые отличаются именем концепции  $\vec{\sigma}_N$

$$\vec{\sigma}_N = \{(\vec{\lambda}_x, \vec{\lambda}_u, \vec{\lambda}_g) \mid \vec{\lambda}_x \in \vec{V} \wedge \vec{\lambda}_g \in \vec{F} \wedge \vec{\lambda}_u \in \vec{Q}\}, \quad (11)$$

и рефлекторно определены просистемой объекта

$$S_N(j) = \{(x, g, u) \mid x \in \vec{V} \wedge g \in \vec{F} \wedge u \in \vec{Q}\}, \quad (12)$$

со свободой выбора компонентов объектовой системы  $S_0$

$$S_N(j) \subset S_0, \quad (14)$$

отображённых на поле целевых показателей  $S_z(j)$

$$S_z(j) \subset R(j) \times P(j) \times E(j), \quad (15)$$

как результат испытаний концептуального проекта по замыслу проектанта

$$D(j) : S_N(j) \rightarrow S_z(j), \quad (16)$$

с которым на  $(j+1)$  взаимодействует следующий замысел

$$D(j+1) = f(\tau) \cdot D(j), \quad (17)$$

с известным оператором сравнения  $f(j)$ .

Ищется допустимая программа поиска

$$D(0), D(1) \dots D(c-1), \quad (18)$$

определённая на траектории концепций

$$\vec{K}(0), \vec{K}(1) \dots \vec{K}(c-1), \quad (19)$$

с разными именами  $\vec{\sigma}_N(0), \vec{\sigma}_N(1), \dots, \vec{\sigma}_N(c-1)$  и значениями на поле целевых показателей

$$S_z(0), S_z(1) \dots S_z(c-1). \quad (20)$$

Тогда решением является имя концепции  $\vec{\sigma}_N(j) \subset \prod_{i=1}^n \vec{\lambda}_i(j)$ , производящее показатели качества такие, что

$$\hat{S}_z = \max_{P \subset N_p} \{E/R\}. \quad (21)$$

Таким образом, задаче оптимального выбора соответствует алгоритм прямого поиска. [3] Её решением является идея оптимальной концепции, идеи которой воплощены в объектовой просистеме для дальнейшей разработки.

Из описанного алгоритма можно видеть, что задача управления процессом проектирования сводится к сравнению проектов на последовательных шагах поиска. Необходимо определить, как формируется оператор сравнения  $f(j)$ , позволяющий регулировать построение вариантов, и какой протяжённости  $s$  должен быть многошаговый процесс, чтобы привести задачу к гарантированному решению.

Для определения оператора сравнения воспользуемся методом факторного анализа.

**Факторный анализ** – класс методов, которые приводят к выделению определенного числа основных факторов. Используется, главным образом, для ограничения сложности задачи.

Наиболее плодотворно использование факторного анализа на ранних стадиях исследования и в тех областях, где лишь начинается научный поиск, где еще не окончательно сформулированы законы и основные концепции, а также там, где трудно проводить эксперименты для оценки предложенных гипотез.

Один из подходов, используемых в факторном анализе, основывается на задании априорной целевой матрицы. Цель – нахождение факторного отображения, наиболее близкого к некоторой заданной матрице. Так как при задании целевой матрицы делаются определенные предположения о факторной структуре.

Можно задать целевую матрицу, состоящую из нулей и единиц. Этот подход часто соответствует действительной степени информированности исследователя, когда ему известно только то, что некоторые нагрузки должны быть велики, а другие - малы.

Полученную в результате факторную матрицу необходимо интерпретировать с целью определения природы выделенных факторов. Если до этого речь шла о переменных безотносительно их содержания, то теперь исследователю необходимо применить свои экспертные знания для анализа факторной матрицы, чтобы определить переменные, которые имеют высокие значения нагрузок по каждому фактору. [4]

Необходимо отметить, что основное направление использования факторного анализа [4] – это включение факторного анализа как вспомогательного инструмента в процесс разработки проблем, имеющих фундаментальный характер, особенно при проведении экспериментальных исследований. При этом имеется в виду как физический, так и вычислительный эксперимент. В обоих случаях методы факторного анализа позволяют ограничить число варьируемых факторов и вместе с тем – сложность и затраты на проведение экспериментальных исследований.

Нередко исследования организуются хаотично, из-за чего их полезность оказывается недостаточной. Для повышения эффективности исследований необходимо научное планирование эксперимента.

**Планирование эксперимента** – это процедура выбора числа и условий проведения опытов, необходимых и достаточных для решения поставленной задачи с требуемой точностью. [5]

Эксперимент, в котором реализуются все возможные сочетания альтернатив, называется полным факторным экспериментом. Если число альтернатив равно двум, то это полный факторный эксперимент типа  $2^n$ . В этом случае, если число факторов известно, можно сразу найти число опытов.

Для этого используется простая формула [5]

$$N = 2^n,$$

где  $N$  – число опытов,

$n$  – число факторов,

$2$  – характеризует для принципов свободу выбора из двух возможностей, а именно отсутствие или наличие принципиальной новизны.

Такой порядок проведения экспериментов обеспечивает информативность и свободу выбора, нужные для принятия решений. Этому способствует: право всех участников исследования свободно влиять на планирование серии опытов (18) до их проведения, независимость мнений участников при оценке результатов эксперимента (20) и объективность системы оценок, приводящей к выбору окончательного решения (21).

На основании описанных выше подходов будет базироваться метод формирования альтернатив в теории концептуального проектирования.

Правила проектирования, которые отличаются различными сочетаниями состояниями объекта, имеют комбинаторный характер.

Соединения, отличающиеся только составом, как известно, являются сочетаниями. Их число описывается формулой

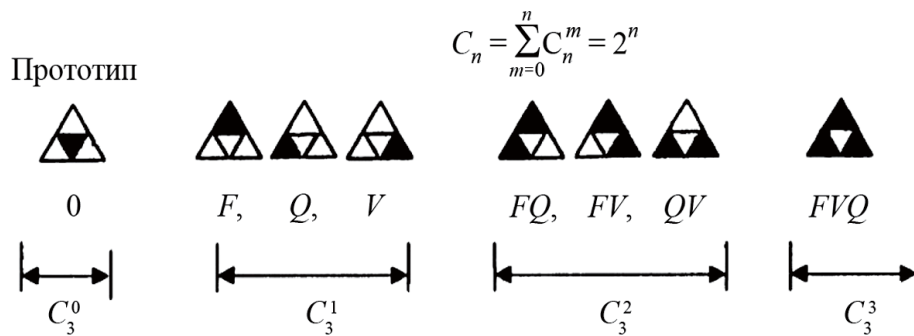
$$C_n^m = \frac{n!}{m!(n-m)!}, \text{ где } m \geq 0.$$

Этому условию отвечает ряд, в котором присутствует одно повторение с перестановкой

$$C_n = \sum_{m=0}^n C_n^m = 2^n, \text{ где } C_n^0 = C_n^n.$$

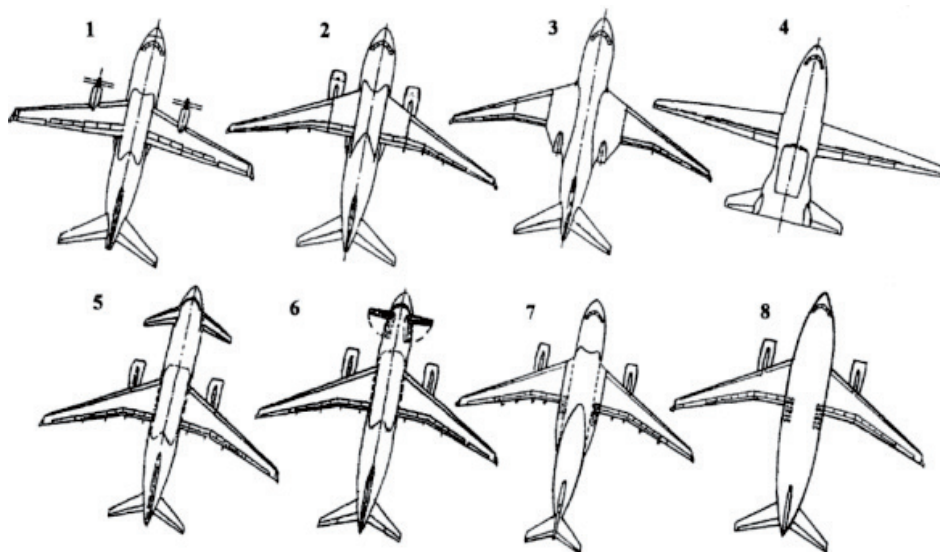
Каждый из вариантов концепции является неповторяющимся соединением состояний ( $x, g, u$ ) в ряду возможных. Символическая интерпретация сочетаний дана на

рис.2, который иллюстрирует различные комбинации формы, устройства и способа в трехмерной модели объекта. Особый интерес представляют крайние комбинации. Так, в первой слева соединяются пустые подмножества (белые треугольники). Она не включает новых элементов, их внутренняя связь известна и считается нормой. Это прототип, от которого проектант в дальнейшем отходит, отказываясь от присущей прототипу внутренней связи (внутренние треугольники), используя принципиально новые технологии (темные треугольники). Построение ряда вариантов в данном случае заканчивается абсолютно новым объектом, в котором не осталось ничего от прототипа.



*Рис.2 Ряд вариантов концепции*

Следующим шагом является представление каждой концепции в виде просистемы. В качестве примера на рис.3 приведен ряд концепций транспортного самолета, соответствующий задаче поиска средств уменьшения эксплуатационных расходов.



*Рис.3. Альтернативные варианты транспортного самолёта*

Описанный порядок обеспечивает проектанту информированность и свободу выбора, нужные для принятия решения. При этом необходимо исключить заинтересованные посторонние воздействия на ход эксперимента. Этому должны способствовать: право всех участников исследования свободно влиять на планирование



серии опытов до их проведения, независимость мнений участников при оценке результатов эксперимента и объективность системы оценок, приводящей к выбору окончательного решения.

Все варианты оставляют открытым центральный вопрос о выборе рациональной концепции, но их число достаточно, чтобы составить оптимальную программу. На рис.4 приведена функция вероятности успеха при выборе рациональной концепции от числа анализируемых вариантов концепции при  $n=3$ . Из него видно, что неполное построение ряда вариантов концепции (число сочетаний менее  $2^n$ ) ведет к пропорциональному снижению вероятности отыскания наилучшего варианта, поэтому необходим контроль за достаточным числом концепций в ряду подготовленных к поиску рационального решения.

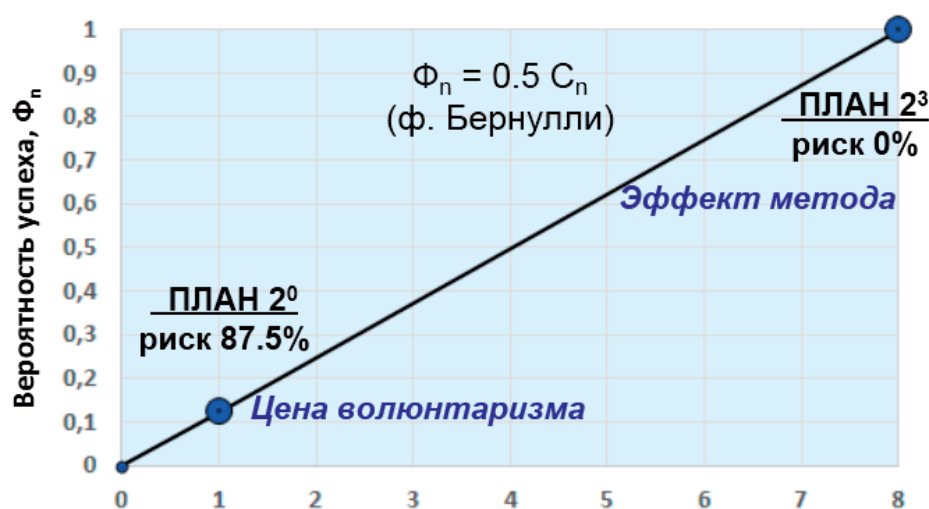


Рис.4. Вероятность успеха прямого поиска

Предположим, что для рассматриваемой модели (2)  $n=3$ . Следовательно, такой модели соответствует ряд сочетаний

$$C_3^0 + C_3^1 + C_3^2 + C_3^3 = 1 + 3 + 3 + 1.$$

Общее число сочетаний при  $n=3$  равно 8, их символическая интерпретация дана в таблице 1, которая иллюстрирует различные комбинации формы, устройства и способа в трехмерной модели объекта.

Табл. 1. Возможные сочетания принципов

Принципы	Варианты комбинаций							
	0	1	2	3	4	5	6	7
способ, $u \in Q$	0	0	0	0	1	1	1	1
форма, $g \in F$	0	1	0	1	0	1	0	1
устройство, $x \in V$	0	0	1	1	0	0	1	1

Здесь в двоичной системе исчисления цифрами «0» или «1» отмечен факт отсутствия или наличия принципиальной новизны. Эта символическая форма описания по смыслу аналогична, представленной на рис. 2, где чередуются светлые и темные треугольники – принципы.

Информационную базу возможных состояний концепции составляет множество принципов (технологий) проектирования, адекватно объединяющее их цели. Начальное состояние концепции моделируется некоторым прототипом. Задача управления переходным процессом проектирования сводится к проблеме самообучения проектанта с определением необходимого числа опытов, составляющих многошаговую программу проектирования.

Следует отметить, что построение вариантов концепции подчиняется определенному порядку. Оно начинается с принципа действия  $Q$ , который является приоритетным, поскольку именно он следует из назначения объекта (например, решает задачу воздушного транспорта) и порождает полезный эффект. Далее рассматриваются альтернативы принципа формы  $F$ . И наконец, в рассмотрение включается принцип устройства  $V$ .

В проектном исследовании принципы, производящие концепцию, в терминах планирования экспериментов являются факторами, и их выбор должен основываться на независимости этих факторов друг от друга. Теория планирования экспериментов оперирует независимыми факторами, значения которых при описании объектовой системы  $S_0$  задаются параметрически для сравнительной оценки соответствующих критериев целевой системы  $S_z$ . Независимость испытываемых факторов проявляется при планировании экспериментов как возможность управления значениями одних факторов без обусловленной связи с другими, т.е. независимо от значений других факторов объектовой системы  $S_0$ . Выбор факторов проектантом основан на оценке чувствительности критериев целевой системы  $S_z$  к изменениям параметров объектовой системы  $S_0$ , чтобы включить в план экспериментов ограниченное число  $n$  наиболее значимых факторов (задача факторного анализа).

Любой вариант из построенного множества концепций может принести успех для решения оптимальной задачи. Заранее это решение неизвестно и рассматривается как случайное событие в схеме повторных испытаний. Все возможные сочетания принципов составят обучающий ряд концепций, включая прототип.

Таким образом, метод прямого поиска рациональной концепции сводится к двум приемам: построению ряда концепций и их сравнению.

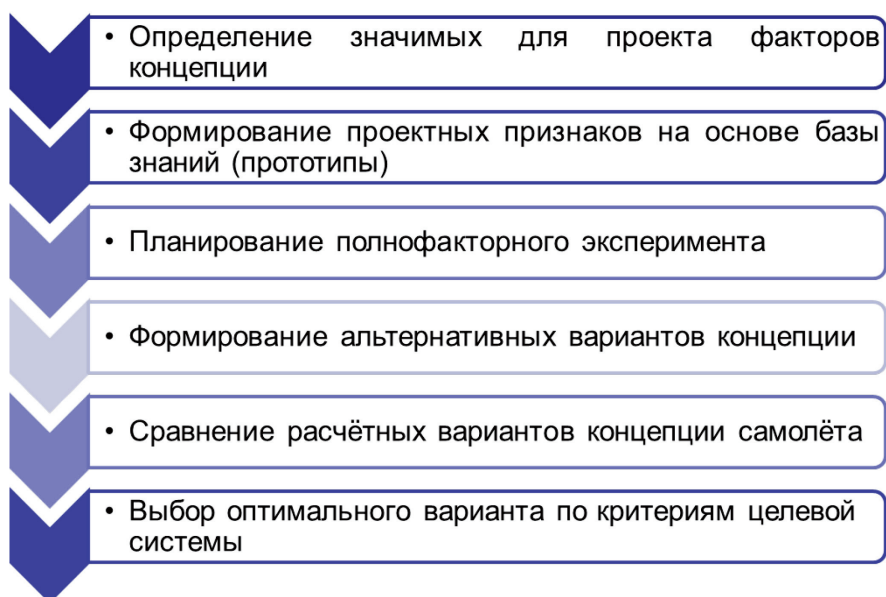
В результате описанного этапа преодолевается принципиальная неопределённость расчетной концепции, которая в дальнейшем становится предметом изучения на Этапе 2.

### 3. Проектные исследования в соответствии с методологией «Анализа концепции»

В результате исследования потребностей рынка установлено, что актуальна разработка концепции транспортного самолёта, выполняющего следующие эксплуатационные требования [6]:

- Максимальная нагрузка класса 83÷120 пасс. или 8÷12 т груза;
- Дальность полета класса 2900÷4650 км;
- Базирование на ВПП длиной не более 1800 м.

Поиск рациональной концепции для проекта регионального транспортного самолёта основывается на описанной выше методологии Этапа 1 «Анализ концепций». На рис.5 показана последовательность действий, приводящая к выбору оптимальной концепции самолёта.



*Рис.5. Последовательность практических действий на Этапе 1*

**Факторный анализ.** Согласно разработанной выше методологии сначала необходимо определить значимые для проекта факторы концепции. Для целей настоящего исследования рассмотрено две задачи динамики полёта транспортного самолёта:

- обеспечение устойчивости и управляемости для безопасности полета;

- обеспечение крейсерского полета на дальность  $L$  при транспортировке груза весом  $G_{гр}$ .

Дальность, проходимая самолётом на участке прямолинейного установившегося движения, в общем случае может быть вычислена по формуле

$$L \sim \frac{M \cdot K}{C_e} \ln\left(1 + \frac{G_T}{G_{гр} + G_{сн} + G_{об} + G_{СУ} + G_k}\right), \quad (22)$$

где

$M$  – фактор скорости;

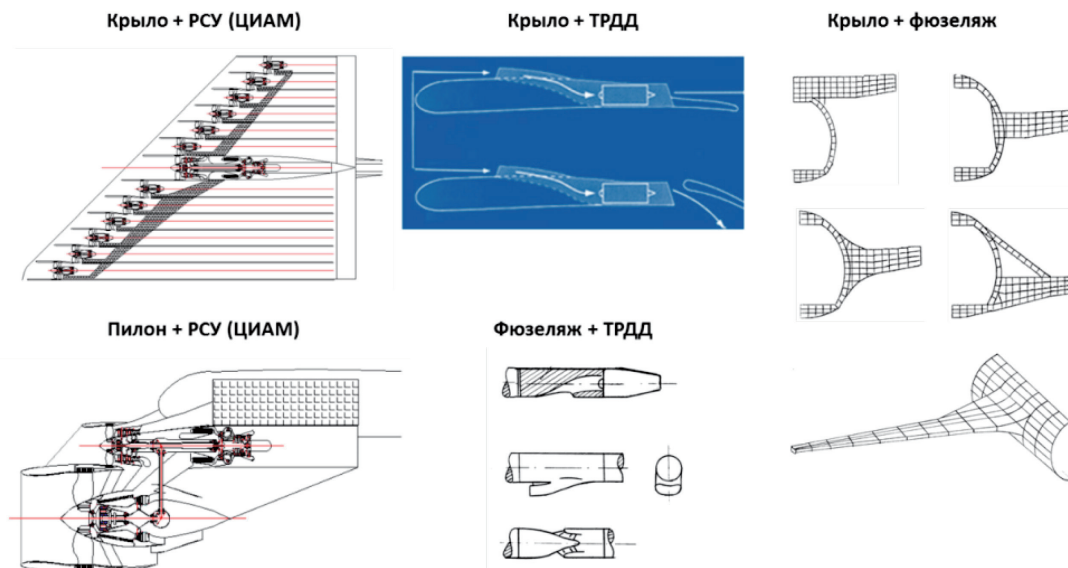
$K$  – аэродинамическое качество самолёта;

$C_e$  – удельный расход топлива;

$G_T, G_{сн}, G_{об}, G_{СУ}, G_k$  – компоненты весовой сводки самолёта, включающей соответственно вес топлива, снаряжения, оборудования, силовой установки и конструкции планера.

Из представленной зависимости (22) видно, что аэродинамический  $\frac{M \cdot K}{C_e}$  и весовой ( $G_{СУ} + G_k$ ) факторы являются определяющими в техническом совершенстве транспортного самолёта. Именно в этих направлениях необходим поиск принципов, улучшающих его транспортную функцию.

Полезные для проекта идеи – аэродинамическая и конструктивная интеграция планера и силовой установки самолёта. Из опыта предшествующих работ ЦАГИ и ЦИАМ известно, что методы интеграции элементов планера и силовой установки (рис.6) позволяют уменьшить аэродинамическое сопротивление и вес гражданских самолётов также, как и военных (рис. 7).



**Рис.6.** Методы интеграции элементов планера и силовой установки



Авро «Вулкан» Мк.2



Концепция ЦАГИ



Зарубежные исследования



Ту-160

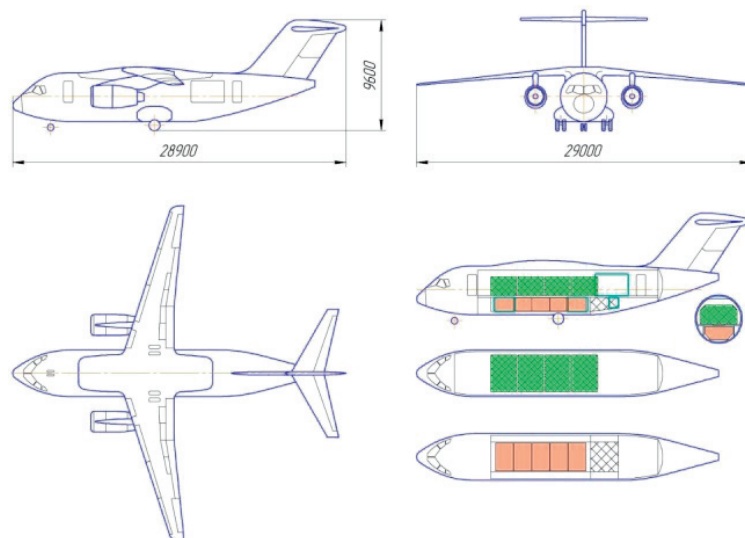
Рис. 7. Примеры интеграции планера и двигателей

**Проектные признаки альтернатив.** В результате факторного анализа выделены существенные факторы (Таблица 2), которые позволяют перейти от математической модели технической концепции к морфологической с проектными признаками.

Табл. 2 Альтернативные факторы формирования возможных проектов

$S_0$	Независимые факторы	тип «0» (обычный)	тип «1» (интегральный)
<b>Q</b>	Способ аэродинамической балансировки	аэродинамическая балансировка оперением (нормальная схема)	аэродинамическая самобалансировка оперением (схема «бесхвостка»)
<b>F</b>	Аэродинамическая форма планера и силовой установки	дифференциальная	интегральная
<b>V</b>	Устройство конструкции планера и силовой установки	дифференциальное	интегральное

При этом имеющийся научно-технический задел в области проектирования региональных пассажирских самолётов таких, как Ту-334, Ан-148 и SSJ-100, а также проектные представления об обычной концепции транспортного самолёта (рис.8), выполненного в схеме «высокоплан», полностью характеризуют проектные признаки типа «0», указывающие на отсутствие новизны.



**Рис. 8** Обычная концепция самолёта транспортной категории (прототип)

Типом «1» в таблице 2 обозначены новые проектные факторы, использующие методы и средства интеграции элементов самолёта, ранее при разработке транспортных самолётов не применявшиеся. Они создают элементы новизны при чередовании альтернативных факторов – принципов, составляющих возможные концепции самолётов.

В таблице 3 приведены некоторые проектные признаки, которые могут быть применены при формировании проектных вариантов. Именно они могут рассматриваться в качестве возможных элементов объектовой системы  $S_0$  для воплощения в концептуальном проекте с указанным в таблице 3 полезным эффектом, который будет характеризовать целевую систему  $S_z$  проекта.

**Табл. 3.** Проектные признаки факторов интегрального типа «1»

$S_0$	Независимые факторы	Некоторые проектные признаки	Полезные эффекты
<b>Q</b>	Способ аэродинамической балансировки	Интегрированное хвостовое оперение или схема «бесхвостка»	Аэродинамическая устойчивость и управляемость самолета по тангажу, рысканию и крену
<b>F</b>	Аэродинамическая форма планера и силовой установки	Увеличенный размах крыла, малая поверхность трения, большая хорда, развитый центроплан или наплыв крыла для интеграции с фюзеляжем и силовой установкой, отсутствие пилонов, мотогондол и обтекателей шасси	Безопасность от сваливания, малое аэродинамическое сопротивление, увеличенная скорость полета, увеличенные несущие свойства, положительная аэродинамическая интерференция, «струйный» эффект (возможно синергетическое улучшение конструкции)
<b>V</b>	Устройство конструкции планера и силовой установки	Большая строительная высота лонжеронов (относительная толщина) крыла, подкосы крыла, малый размах и стреловидность крыла, уменьшенная поверхность обшивки	Безопасность от разрушения, облегченная конструкция, повышенная прочность и жесткость (возможно синергетическое улучшение аэродинамики)

Источником знаний об эффективности выбранных проектных признаков стал успешный опыт интеграции элементов самолёта, полученных в ранее выполненных технических концепциях различного назначения (рис.9). Для четырёх разработчиков, принимавших непосредственное участие в предыдущих проектах, указанные примеры стали понятными прототипами для новой разработки.

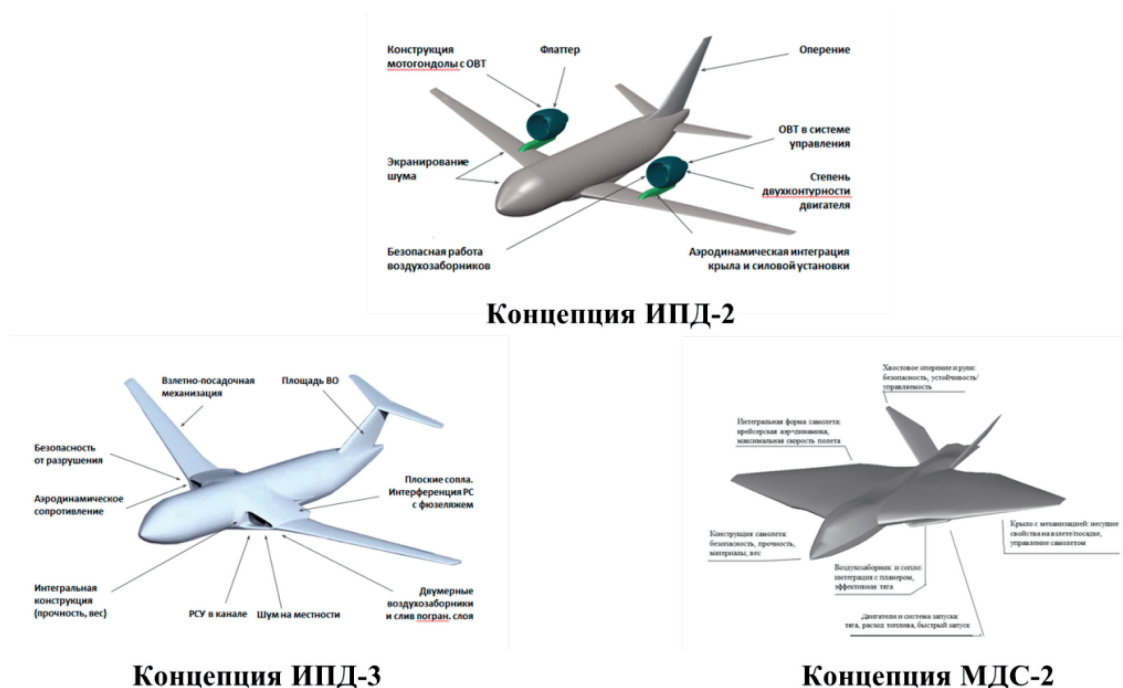


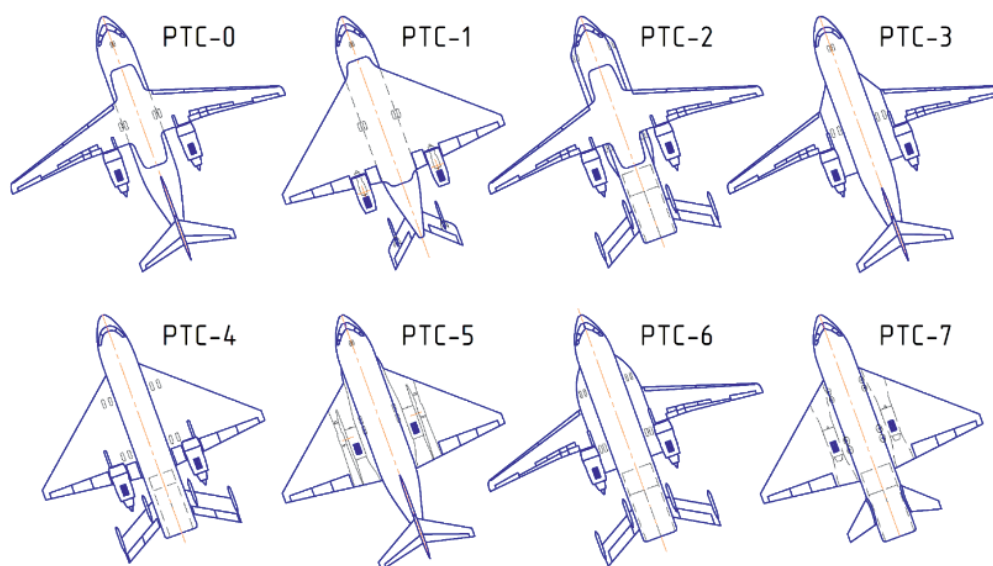
Рис. 9. Разработанные прототипы

**Планирование проектного эксперимента.** Рассмотренный выше метод чередования принципов и имеющийся научно-технический задел позволяют подобно таблице 1 сформировать схему для построения траектории поиска рационального транспортного варианта самолёта (таблица 4). Варианты отличаются именем концепции  $\vec{\sigma}_N$  и компонентами просистемы  $S_N \subset S_0$ .

Табл. 4. Схема формирования альтернативных вариантов

Вариант №	F	Q	V	Прототип
0	0	0	0	прототип РТС-0 + ОВТ
1	1	0	0	без прототипа с PCY
2	0	1	0	без прототипа с новой кормой
3	0	0	1	вариант типа ИПД-2
4	1	1	0	без прототипа с новой кормой
5	1	0	1	вариант типа ИПД-3 с PCY
6	0	1	1	на основе РТС-3 с новой кормой
7	1	1	1	вариант типа МДС-2 с новой кормой

В соответствии с разработанным методом сформировано 8 проектных вариантов (рис. 10), выполняющих одинаковые требования по максимальной пассажироместности и условиям базирования.

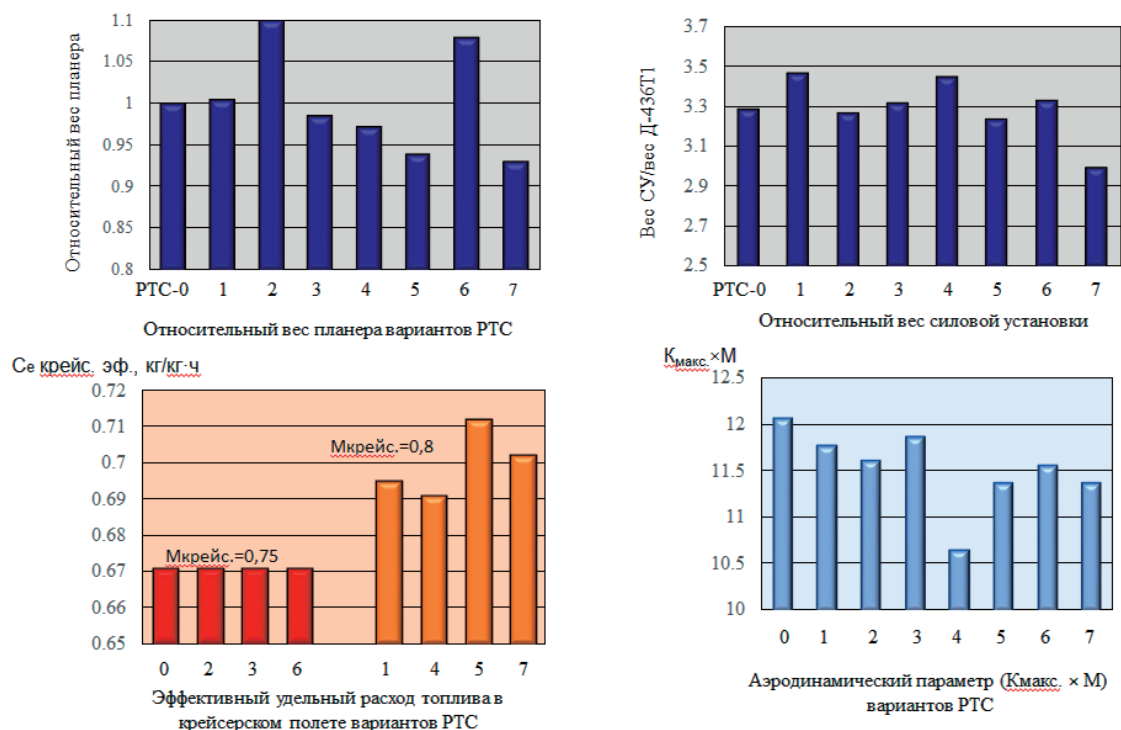


**Рис. 10.** Расчётные варианты РТС

После разработки всех вариантов ЛА (летательных аппаратов) методами многодисциплинарного исследования выполняется анализ альтернатив. Выбор оптимального варианта осуществляется по критериям целевой системы (1). При проведении многодисциплинарного анализа характеристик вариантов их геометрические модели одновременно передаются специалистам по аэродинамике, системам управления и конструкции. Те работают одновременно, и результаты оценок каждого не зависят от расчетов других. При заданных требованиях к задаче (эффект, нагрузка) определяется система показателей, характеризующих потребные для этого ресурсы. На основании критериев оценки и отбираются наиболее предпочтительные варианты.

На рис.11 приведены диаграммы по основным техническим характеристикам ЛА, а именно сравнительные характеристики веса планера, силовой установки, удельного расход топлива и аэродинамического параметра. Получено, что при запасе топлива, ограниченном максимальной нагрузкой, преимущество в дальности полёта обеспечивает меньший вес снаряженного самолёта, характерный для вариантов РТС-5, 7. Однако при ограниченном весе полезной нагрузки преимущество в дальности полёта переходит к вариантам РТС-0, 3 с наибольшим аэродинамическим качеством.





**Рис.11** Результаты многодисциплинарных исследований

В таблице 5 приведены основные экономические показатели, которые определяют стоимость производства и эксплуатации самолётов, а, следовательно, и показатели конкурентоспособности.

**Табл. 5** Техничко-экономические характеристики

Характеристики	Варианты РТС							
	0	1	2	3	4	5	6	7
Максимальная транспортная производительность, пасс. × км/ч	80000	85000	80000	80000	85000	85000	80000	85000
Максимальная транспортная производительность, т × км/ч	9600	10200	9600	9600	10200	10200	9600	10200
Топливная эффективность, г / пасс.·км	26	27,5	27,0	25,6	33	27,6	27,0	26,8
Топливная эффективность, г / т·км	228	240	238	223	285	240	237	232
Удельный вес снаряженного самолёта, т / т груза	2,43	2,45	2,56	2,41	2,41	2,34	2,54	2,3
Удельный вес снаряженного самолёта, т / пасс.	0,29	0,29	0,31	0,29	0,29	0,28	0,3	0,28

Все варианты имеют компоновочные особенности, позволяющие уменьшить шум на местности методом экранирования. Для определения возможного вклада технических концепций и соответствующих технологий в основные направления развития авиации

нового поколения и возможные области применения транспортного самолёта проведена экспертная оценка всех вариантов самолёта (таблица 6).

*Табл. 6. Экспертная оценка технологий*

Варианты РТС	0	1	2	3	4	5	6	7
<b>1. Безопасность полётов:</b>								
- управляемость на малых скоростях	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>2. Экология:</b>								
- шум на местности	+	+	+	+	+	+++	+	+++
<b>3. Ресурсосбережение:</b>								
- расход топлива	+			+				
- масса материалов						+		+
<b>4. Транспортная доступность</b>								
- дальность полёта	+			+		+		+
- трансп. производительность		+			+	+		+
- согласов-ть с вертолёт-ом в АТК			+		+		+	+
<b>5. Потенциал военного применения:</b>								
- для перевозки грузов	+	+	+	+	+	+	+	+
- для патрулирования	+			+				
- для спец. операций								+
<b>ОБЩАЯ ОЦЕНКА</b>	6	4	4	6	5	8	4	10

В таблице 6 представлен массив экспертных оценок, который указывает на варианты РТС-5, 7 как обладающие наибольшей суммой полезных потребительских качеств.

## **Заключение**

Представленные в работе материалы посвящены формированию основных принципов начального Этапа 1 концептуального проектирования. Практическое решение этой задачи потребовало методического обеспечения управления научно-технологическим проектом. Сформулирована в математическом виде постановка задачи этапа «Анализ концепции». Рассмотрены базовые методы, используемые для нахождения рациональной концепции самолёта.

На основе методологии, предложенной для Этапа 1, выполнен анализ возможной технической концепции регионального транспортного самолёта нового поколения. Для поиска рациональной концепции построено 8 проектных вариантов, основанных на различных сочетаниях альтернативных принципов формы и устройства РТС. Многодисциплинарное сравнение вариантов РТС показало, что:

а) наименьшим расходом топлива обладают варианты с крылом большого удлинения (РТС-0, РТС-3), которые отличаются относительно высоким аэродинамическим качеством и лучшей экономичностью силовой установки;

b) наименьшим весом самолёта и наибольшей скоростью полёта характеризуются варианты с большой степенью интеграции планера и двигателей (РТС-5, РТС-7), оснащённые широкохордным крылом малого удлинения. Они представляют возможность полёта с числом  $M=0,8$  вместо  $M=0,75$  на крейсерском режиме и числом  $M=0,75$  вместо  $M=0,5$  у земли. Их компоновка благоприятна для существенного снижения шума на местности.

### **Литература**

1. Скворцов Е. Б., Шелехова А. С. Начала теории концептуального проектирования с приложениями в области авиационной науки и технологий / Управление большими системами. 2018. № 75. С. 170-206.
2. Стрелл Р.Р. Множества. Логика. Аксиоматические теории. – М: Просвещение, 1968.
3. Скворцов Е. Б., Шелехова А. С. Концептуальное проектирование и системная интеграция технологий / Ученые записки ЦАГИ. – 2017. – Т. XLVIII, №5. – С. 54–62.
4. Я. Окунь. Факторный анализ. М.: Статистика, 1974.
5. Ю.П. Адлер, Е.В. Маркова, Ю.В. Грановский. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. М.: Наука, 1976.
6. Ковалев И.Е., Скворцов Е.Б., Шелехова А. С., Шелехова С.В, Шустов А.В. Анализ возможных путей развития типоразмерного ряда транспортных самолётов с целью проведения прикладных научных исследований и создания научно-технического задела / Третья научно-практическая конференция «Проблемы управления научными исследованиями и разработками– 2017». Москва, 26 октября 2017г.

## **Прогнозные сценарии магистральных авиационных перевозок как часть системы оценки эффективности технологий**

*Охалкин А.А., начальник сектора,  
[aleksey.okhapkin@tsagi.ru](mailto:aleksey.okhapkin@tsagi.ru)*

*Кондратьева С.П., инженер*

*Смирнов А.В., к.т.н., доц., заместитель начальника отделения,  
[smirnov@tsagi.ru](mailto:smirnov@tsagi.ru)*

*ФГУП «Центральный аэрогидродинамический институт имени проф. Н.Е. Жуковского»,  
г. Жуковский*

Прогнозирование развития авиатранспортной системы необходимо для решения целого ряда важных задач, стоящих перед государством, а также производителями и эксплуатантами авиационной техники, включая

- прогнозирование параметров авиатранспортной системы,
- прогнозирование потребностей в наземной инфраструктуре,
- прогнозирование требуемого парка воздушных судов,
- оценка эффективности новых технологий на уровне авиатранспортной системы.

Прогнозирование параметров авиатранспортной системы, таких как связанность, время, затрачиваемое на путешествие, интенсивность движения в аэропортах, топливная эффективность и эмиссия загрязняющих веществ, а также прогнозирование потребностей в наземной инфраструктуре требуются для решения государственных задач в области гражданской авиации: обеспечения безопасности полётов, повышения доступности и качества услуг авиационного транспорта, снижения вредного воздействия авиации на окружающую среду и климат.

Прогнозирование требуемого парка воздушных судов востребовано производителями авиационной техники и авиакомпаниями для целей определения ёмкости рынка, планирования производственных и бизнес процессов.

Задача оценки эффективности технологий является одним из наиболее важных этапов процесса управления разработкой новых технологий и особенно актуальна для научных организаций авиационной отрасли, занимающихся созданием опережающего научно-технического задела. Оценивать эффективность технологий для гражданской

авиационной техники можно на различных иерархических системных уровнях среди которых обычно выделяют следующие:

- уровень подсистемы / системы летательного аппарата;
- уровень летательного аппарата;
- уровень авиационной операции;
- уровень зоны аэропорта,
- уровень авиатранспортной системы.

Под иерархией уровней понимается, что система каждого последующего уровня включает в себя систему предыдущего в качестве элемента. Исключением является только система уровня зоны аэропорта, которая включает лишь часть авиационной операции – взлётно-посадочный цикл. Чем выше системный уровень, тем сложнее проводить оценку технологий, но тем лучше показатели эффективности описывают достижение поставленной цели – возрастает их релевантность и значимость. В данном контексте под релевантностью понимается наличие связи между показателем и ожидаемым эффектом, под значимостью – степень влияния показателя на достижение ожидаемого эффекта.

Большинство показателей уровня системы летательного аппарата или уровня летательного аппарата, за исключением сертификационных, имеет низкую релевантность и, как следствие, значимость с точки зрения достижения целей основных заинтересованных сторон. Например, авиакомпания не очевидно, как снижение массы системы или массы пустого снаряженного самолёта позволяет сократить расходы. С другой стороны, уменьшение расхода топлива на всех режимах полёта, очевидно, приведёт к сокращению прямых эксплуатационных расходов, то есть релевантность такого показателя высокая, но значимость по-прежнему низкая, так как не понятна степень его влияния. С точки зрения авиакомпании наиболее релевантным и значимым показателем будет является количество топлива, необходимое для выполнения всех запланированных авиационных операций (всего объёма перевозок), потому что, используя этот показатель и зная закупочные цены, можно сразу определить расходы на топливо.

С точки зрения решения государственных задач в области гражданской авиации наиболее значимыми являются уровни зоны аэропорта и авиатранспортной системы, так как только на этих уровнях оценки можно ответить на вопросы о количестве населения, подвергающегося повышенному шумовому воздействию, об эмиссии парниковых газов вследствие осуществления авиационных перевозок, о количестве населения, мобильность которого существенно ограничена вследствие физического отсутствия транспортной инфраструктуры или высокой стоимости транспортных услуг. Оценка эффективности

технологий на уровне авиатранспортной системы позволяет определить степень их воздействия на уровень жизни населения и экономику в масштабах всей страны.

Для повышения уровня оценки технологий с уровня авиационной операции до уровня авиатранспортной системы необходимо создание сценария авиационных перевозок – совокупности всех авиационных операций, совершённых в течение определённого периода времени – который является одним из наиболее важных результатов прогнозирования развития авиатранспортной системы. При этом оценка эффективности технологий в области повышения физической и экономической доступности и в области снижения воздействия на окружающую среду и климат требуют применения разного подхода. В первом случае результатом оценки является сам прогнозный сценарий авиационных перевозок, а показатели эффективности вычисляются при его сравнении с базовым сценарием, который не предусматривает применения новых технологий повышения доступности. Во втором случае используемый сценарий авиационных перевозок должен быть одним и тем же как для варианта применения новых технологий снижения воздействия на окружающую среду и климат, так и для базового варианта.

Решение такой сложной задачи как прогнозирование развития авиатранспортной системы требует разработки специальной методологии, которая включает несколько этапов: 1) прогнозирование структуры сети авиалиний на основе социально-экономических факторов и предыстории её развития; 2) прогнозирование совокупного спроса на пассажирские перевозки в узлах авиатранспортной сети на основе сценариев социально-экономического развития России; 3) трансформирование совокупного спроса на пассажирские перевозки в распределённый между узлами авиатранспортной сети; 4) формирование пассажиропотоков между узлами авиатранспортной сети, связанными прямым сообщением, на основе выбранных критериев оптимальности маршрута полёта, исходя из прогнозной структуры сети и спроса на авиационные перевозки между узлами сети; 5) формирование совокупности всех авиационных операций с детализацией для каждой авиалинии количества рейсов в год, совершённых каждым классом воздушных судов на основе прогноза пассажиропотоков и статистики использования ВС.

Первый этап методологии формирования прогнозных сценариев авиационных перевозок – прогнозирование структуры сети авиалиний – был реализован в диссертационной работе [1]: была решена задача прогнозирования развития топологии сети внутрироссийских магистральных авиалиний и создана нейросетевая модель «существования» авиалинии, основанная на социально-экономических факторах и принципах нечёткой логики. Второй этап методологии – прогнозирование совокупного спроса на пассажирские перевозки в узлах авиатранспортной сети – был реализован в

работах [2] и [3]. Эта модель базируется на анализе зависимости частоты пользования услугами воздушного транспорта от доходов населения регионов России. Третий и четвёртый этапы методологии формирования прогнозных сценариев авиационных перевозок были реализованы в работе [4]. Третий этап – прогнозирование спроса на пассажирские перевозки между узлами авиатранспортной сети – основывается на выявлении факторов привлекательности пунктов назначения для «внутренних» пассажиров и статистической информации для «международных» пассажиров. Четвёртый этап – формирование пассажиропотоков между узлами авиатранспортной сети – основывается на оптимизации маршрута полёта в рамках заданной модели поведения пассажира. Пятый этап методологии – формирование совокупности всех авиационных операций – был реализован в работе [5]. Созданная модель прогнозирования пассажироместимости и частоты движения воздушных судов в зависимости от дальности и пассажиропотока на внутрироссийских авиалиниях основывается на методах машинного обучения: решение задачи аппроксимации при помощи нейронной сети («обучение с учителем»). Для реализации методологии формирования прогнозных сценариев авиационных перевозок используются статистические данные, собираемые Федеральной службой государственной статистики, Федеральным агентством воздушного транспорта и Транспортной клиринговой палатой, а также сценарии социально-экономического развития России, разрабатываемые Министерством экономического развития.

## **Литература**

1. Цейтлина Т.О. Метод долгосрочного прогнозирования развития сети внутрироссийских магистральных авиалиний на основе технологий нечёткого моделирования и нейросетевого программирования, ФГУП "ЦАГИ", Москва, диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук 2015.
2. Балашов В.В., Смирнов А.В. Оценка спроса на пассажирские авиаперевозки // Мир транспорта, № 4, 2013. С. 78-87.
3. Семакина М.А. Методика прогнозирования совокупного спроса на пассажирские авиаперевозки, МФТИ, Жуковский, диссертация на соискание степени магистра 2011.
4. Охупкин А.А., Кондратьева С.П., Смирнов А.В. Разработка модели развития авиатранспортной сети и оценка объемов эмиссии загрязняющих веществ, производимых парком ВС на сети магистральных авиалиний России, ФГУП "ЦАГИ", Жуковский, отчёт о НИР "Формирование облика и разработка основных технических концепций для создания летательных аппаратов транспортной категории" 2016.

5. Охапкин А.А., Кондратьева С.П., Смирнов А.В. Создание математических моделей и алгоритмов для формирования прогнозных сценариев авиационных перевозок, ФГУП "ЦАГИ", Жуковский, отчёт о НИР "Исследования в обеспечение создания НТЗ для перспективных магистральных, региональных самолётов и грузопассажирских самолётов с расширенными транспортными возможностями" 2017.



# **Формирование перечня перспективных технологий на основе автоматического извлечения информации из больших объёмов текстовых данных**

*Симонов Ф.А., ведущий специалист;  
[fedor.simonov@tsagi.ru](mailto:fedor.simonov@tsagi.ru)*

*Охапкин А.А., начальник сектора,*

*Смирнов А.В., к.т.н., зам. начальника отделения,*

*Шустов А.В., к.т.н., начальник отделения.*

*ФГУП «Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н.Е. Жуковского», г. Жуковский*

**Аннотация:** В статье рассматривается возможность применения методов автоматического извлечения информации к задачам стратегического планирования и прогнозирования в авиационной науке, в частности для автоматизации выявления перспективных технологий.

**Ключевые слова:** извлечение информации, information extraction, автоматическая обработка естественного языка, natural language processing, компьютерная лингвистика, авиационные технологии

## **Введение**

С созданием в 2014 году Национального исследовательского центра «Институт имени Н.Е. Жуковского» (НИЦ) стратегическое планирование и прогнозирование в авиастроении России стали на новую методологическую основу.

Миссией НИЦ является внедрение инновационной системы управления авиационной наукой, включая разработку соответствующих документов высокого уровня, центральным из которых является *План деятельности «Национального исследовательского центра «Институт имени Н.Е. Жуковского»* [1].

Эти документы должны содержать цели и задачи развития авиационной науки и показатели их достижения; перечни приоритетных научно-технических направлений, центров компетенций, базовых и критических технологий и пр. для гражданской и военной сферы. Они должны разрабатываться и обновляться на основе постоянного и всестороннего анализа состояния науки и технологий в авиастроении и других отраслях в России и за рубежом, а также с учетом актуальных вызовов и угроз.

Для принятия обоснованных решений в области стратегического планирования и прогнозирования, в т.ч. для выбора альтернативных направлений развития, для оценки уровня исследований и разработок, эффективности научной деятельности, для выявления

перспективных технологий специалистам необходимо иметь дело с большими объемами информации. Это научно-техническая информация по авиастроению и другим отраслям: статьи, отчеты, патенты, диссертации и др., в том числе закрытого характера, на русском или другом языке, информация из Интернета. Это также может быть информация из области так называемых «больших вызовов», которая позволяет оценить изменения внешних условий - социально-экономических, экологических, природно-климатических, политических, военно-политических, институциональных.

Необходимая для принятия решений информация чаще всего находится не в упорядоченных и удобных для пользования базах данных, а «зарыта» в большом объеме неструктурированных текстов, количество которых постоянно растет. Например, один только ЦАГИ выпускает в год 15 тыс. страниц научно-технических отчетов.

Человек при всем желании не способен за приемлемое время «пропустить через себя» огромные объемы информации. Справится с этими проблемами помогает направление, называемое *извлечение информации*.

## 1. Извлечение информации

*Извлечение информации* (information extraction IE) является разновидностью *информационного поиска* (information retrieval). Его часто относят к *интеллектуальному анализу текстов* (text mining), рассматриваемому, в свою очередь, как часть научной области *интеллектуальный анализ данных* (data mining, буквально *добыча данных*).

Задачей этого направления является автоматическое извлечение значимой для человека информации из большого массива текстов и преобразование их в структурированную форму. В отличие от классического поиска, когда пользователю в ответ на запрос предлагается список фрагментов текста, выходом IE является структурированная информация, которую далее можно использовать для анализа, в базах данных, базах знаний, онтологиях, вопросно-ответных системах.

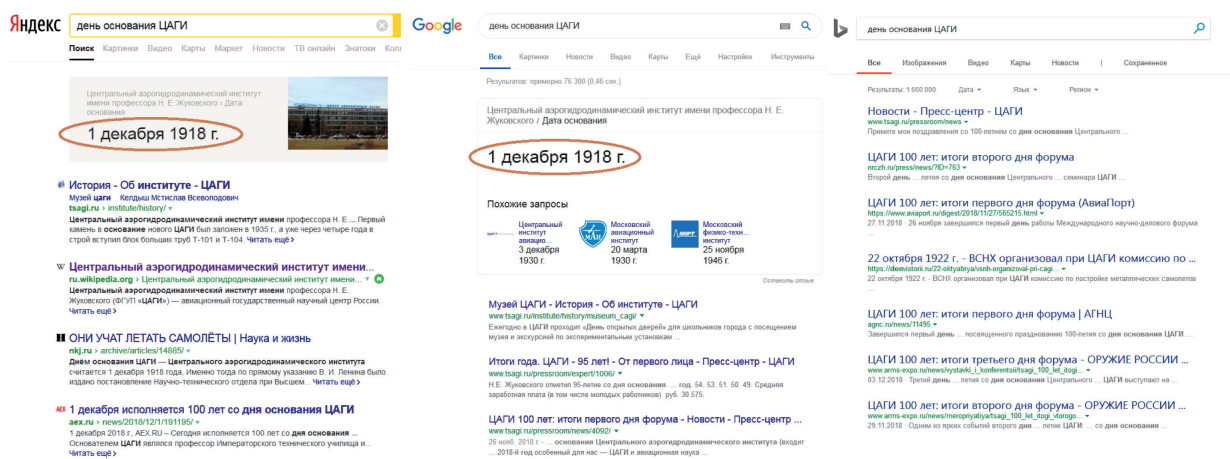


Рис. 1. Пример работы вопросно-ответной системы интернет-поисковиков

IE традиционно включает в себя ряд задач. Основной является так называемое *распознавание именованных сущностей* (named entities recognition NER). Сущность – это класс объектов окружающего мира, которые зачастую можно назвать при помощи имен собственных. Интересующая для извлечения информация как раз и касается сущностей какой-либо предметной области. В IE-системах общего назначения повсеместно используются именованные сущности PERSON (ПЕРСОНА), ORGANIZATION (ОРГАНИЗАЦИЯ), LOCATION (ЛОКАЦИЯ).

1	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">ЛОК</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">ПЕР</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">ОРГ</span> </div> Губернатор Московской области А.Ю.Воробьев посетил ЦАГИ.
---	--

Одни и те же сущности могут указывать на разных *референтов*. Например, именованная сущность *Жуковский* может обозначать топоним или фамилию.

1	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">ОРГ</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">ЛОК</span> </div> ЦАГИ находится в городе Жуковский.
2	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">ПЕР</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">ОРГ</span> </div> Жуковский был инициатором создания ЦАГИ.

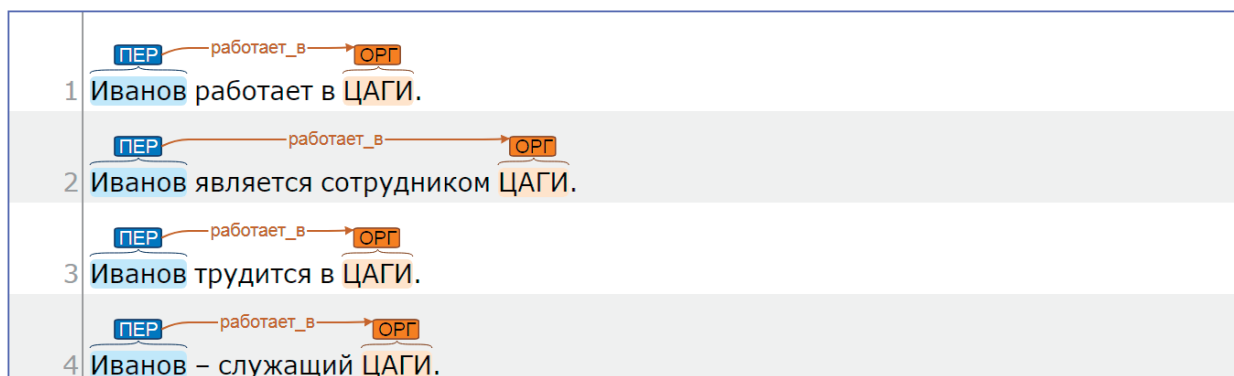
В свою очередь, есть немало известных личностей с фамилией *Жуковский*, например русский поэт Василий Андреевич Жуковский. Чтобы установить, что во втором предложении речь идет именно о Николае Егоровиче Жуковском – основоположнике русской авиации – необходимо «связать» сущность с правильным референтом. Эта задача называется *entity linking*.

На одного и того же референта могут указывать различные слова и выражения.

1	<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">ПЕР</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(Coref)</span> </div> Денис Мантуров поздравил коллектив Центрального аэрогидродинамического
	института имени профессора Н.Е.Жуковского со 100-летием.
2	<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">(Coref)</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">словосочетание</span> </div> Глава Минпромторга отметил, что славная история ЦАГИ – это целая эпоха ярких
	достижений российской аэрокосмической отрасли.

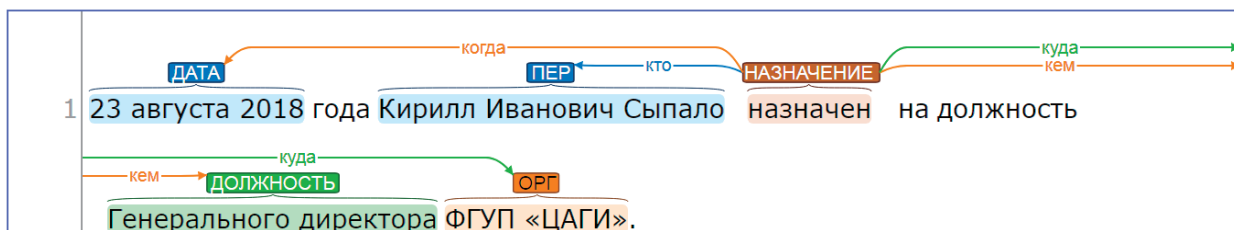
В данном примере именованная сущность *Денис Мантуров* и словосочетание *глава Минпромторга* указывают на одного и того же референта. Правильное установление таких связей называется *разрешением кореферентности* (coreference resolution).

Вторая важная категория задач извлечения информации – это выделение отношений между сущностями (relation extraction). Отношения могут выражаться в языке разными способами, например, общее отношение типа ПЕРСОНА *работает в* ОРГАНИЗАЦИЯ может быть выражено как



Извлечение сущностей и отношений между ними является главным смыслом ИЕ. В процессе ИЕ обычно сначала распознаются сущности, а затем устанавливаются отношения между ними.

Можно усложнить задачу и извлекать информацию не просто о бинарных отношениях между двумя сущностями, а о целых фактах/событиях (fact/event extraction), в которых задействованы несколько сущностей и несколько отношений.



Данное предложение выражает общий факт «НАЗНАЧЕНИЕ», который может быть интересен для автоматического извлечения. Факт описывается набором атрибутов и их значений; значениями атрибутов выступают именованные сущности. Такой набор называется *фреймом* факта/события.

Фрейм «НАЗНАЧЕНИЕ»		
Атрибут	Значение	Сущность
Кто назначен	Кирилл Иванович Сыпало	ПЕРСОНА
Куда назначен	ФГУП «ЦАГИ»	ОРГАНИЗАЦИЯ
Кем назначен	Генеральный директор	ДОЛЖНОСТЬ
Когда назначен	23 августа 2018 года	ДАТА

Для решения задач извлечения информации из текстов используются два подхода: основанный на правилах, или инженерный, и основанный на машинном обучении. Они могут сочетаться.

Инженерный подход исходит из того, что извлекаемая информация выражается в языке при помощи определённых конструкций. Шаблоны, покрывающие нужные конструкции, и правила обработки составляются экспертами. Затем шаблоны и правила

применяются ИЕ-системой к анализируемому тексту, из которого извлекается нужная информация.

В рамках подхода, основанного на машинном обучении, применяются методы обучения с учителем, методы обучения без учителя, методы частичного обучения с учителем. Для машинного обучения необходимы большие объемы предварительно размеченных вручную данных.

Чтобы из текста можно было извлечь нужную информацию, он должен быть предварительно обработан. Этим занимается *обработка естественного языка* (natural language processing) – область на стыке информатики, лингвистики и искусственного интеллекта. Обработка текстов обычно включает следующие этапы:

- Предобработка (токенизация, разделение текста на предложения, выделение первичных структурных единиц)
- Морфологический анализ (разметка частей речи и их грамматических категорий)
- Синтаксический анализ (построение синтаксического дерева предложения)
- Семантический анализ (например, разметка семантических ролей)

Извлечение информации относится к уровню семантики. Для эффективного извлечения информации при помощи инженерного подхода текст должен как минимум пройти морфологический анализ, причем с установлением всех грамматических категорий частей речи, что особенно важно для русского языка с его богатым словоизменением.

Как правило, системы автоматической обработки текстов (лингвистические процессоры) построены по принципу конвейера. Каждый этап выполняется отдельным модулем (например, модулем морфологического анализа, модулем синтаксического анализа), который опирается на результат работы предыдущего модуля. Результаты работы модулей фиксируются в виде разметки.

Например, строка текста «ЦАГИ основан в 1918 году.» в результате обработки лингвистическим процессором может приобрести следующий вид, т.е. структурироваться:

Токенизация			Морфологический анализ		
Token ID	Token string	Token kind	Лемма	Часть речи	Грамматические категории
1	ЦАГИ	Word	цаги	NOUN	Animacy=Inan Case=Nom Gender=Masc Number=Sing
2	основан	Word	основать	VERB	Aspect=Perf Gender=Masc Number=Sing Tense=Past Variant=Short VerbForm=Part Voice=Pass
3	в	Word	в	ADP	-
4	1918	Number	1918	NUM	-
5	году	Word	год	NOUN	Animacy=Inan Case=Loc Gender=Masc Number=Sing
6	.	Punctuation	.	PUNCT	-

The diagram illustrates the morphological analysis of the sentence "ЦАГИ основан в 1918 году." Each word is labeled with its part of speech (NOUN, VERB, ADP, NUM, NOUN, PUNCT) and grammatical category. Arrows indicate grammatical relations: "nsubjpass" connects "ЦАГИ" (NOUN) to "основан" (VERB); "obl" connects "в" (ADP) to "основан" (VERB); "case" connects "в" (ADP) to "году" (NOUN); "nummod" connects "1918" (NUM) to "году" (NOUN); and "punct" connects "." (PUNCT) to "году" (NOUN).

Существуют коммерческие системы, которые позволяют решать задачи извлечения информации, разработанные, например, российскими компаниями АBBYY, RCO и др. Из бесплатного ПО интересны open source системы, который предоставляют инструменты и общую среду для разработки лингвистических процессоров из отдельных модулей. Наиболее известны системы GATE (General Architecture for Text Engineering) и UIMA (Unstructured Information Management Architecture).

Качество извлечения информации оценивается общепринятыми для информационного поиска метриками: точность (precision) как количество правильных ответов, делённое на количество всех найденных ответов, и полнота (recall) — как количество правильных ответов, делённое на общее число правильных ответов. Дополнительной метрикой является F-мера — соотношение между точностью и полнотой, определяющееся как гармоническое среднее:

$$F = \frac{2RP}{R + P}$$

где R — полнота, а P — точность.

## 2. Какую информацию извлекать?

Информации, которую может быть полезно автоматически получать для целей стратегического планирования и прогнозирования в авиационной науке, несомненно очень много.

Между тем, главной миссией ЦАГИ и других институтов, входящих в НИЦ, провозглашено создание опережающего научно-технического задела (НТЗ), т.е. разработка новых технологий, которые должны обеспечить конкурентоспособность отечественной авиационной техники.

«Технология» определяется [2] как результат научно-технической деятельности, который может служить технологической основой определенной практической деятельности в сфере авиастроения, представленный в одной из следующих форм:

- продуктовая технология - описание авиационной техники (ее устройства, конструктивных решений и характеристик, условий и порядка использования);
- производственная технология - описание приемов, методов, операций и процессов различного характера, программного обеспечения, предназначенных для использования в производстве авиационной техники и материалов;
- состав авиационных материалов

Понятие *технология* занимает центральное место в методологии управления созданием НТЗ в авиастроении, разработанной НИЦ [2].



**Рис. 2.** Иерархия целей, направлений и задач развития науки и технологий в авиастроении (пример). Источник:[2]

В рамках этой методологии разработана иерархия целеполагания. На первом уровне находятся генеральные цели создания НТЗ, которые коррелируют со стратегическими приоритетами государства в области авиационной деятельности. Этим целям сформулировано четыре:

1. Достижение приемлемого уровня эффективности обеспечения безопасности полётов;
2. Соответствие создаваемой (разрабатываемой, модернизируемой) авиационной техники российского производства перспективным экологическим требованиям;
3. Повышение экономической и физической доступности авиационной техники российского производства;
4. Повышение качества услуг, оказываемых с применением авиационной техники российского производства.

Для каждой из четырех целей определен ряд *показателей* и целевые *индикаторы* этих показателей по годам. Разрабатываемые технологии должны быть в обязательном порядке формально описаны с точки зрения того, как они влияют на показатели и индикаторы достижения целей создания научно-технического задела.

Цель создания научно-технического задела	Показатель	Базовый уровень	Динамика целевых индикаторов, годы						
			Магистральные воздушные суда			Региональные воздушные суда			
			2020	2025	2030	2020	2025	2030	
Соответствие создаваемой (разрабатываемой, модернизируемой) авиационной техники российского производства перспективным экологическим требованиям	2.1. Снижение шума на местности (относительно главы 4 норм Международной организации гражданской авиации), ЕРНдБ								
	2.2. Эмиссия углекислого газа, проценты								

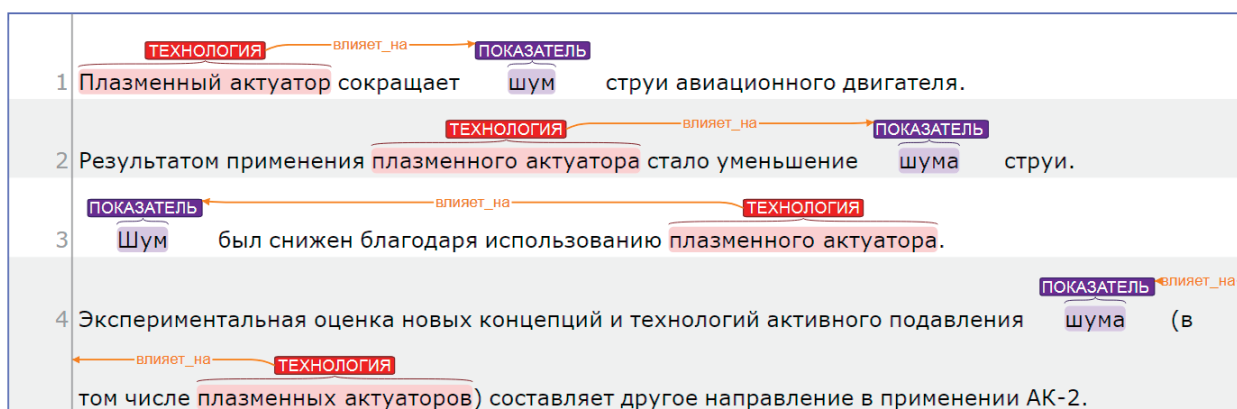


	2.3. Эмиссия оксидов азота (относительно норм Международной организации гражданской авиации 2008 г.), проценты							
--	--	--	--	--	--	--	--	--

Рис. 3. Пример показателей и индикаторов цели создания НТЗ.  
Источник: [1]

Таким образом, можно сформулировать задачу автоматического извлечения технологий, которые оказывают влияние на определенные показатели и индикаторы достижения генеральных целей создания научно-технического задела. В терминах ИЕ, показатели и технологии можно рассматривать как «сущности», а влияние – как «отношение».

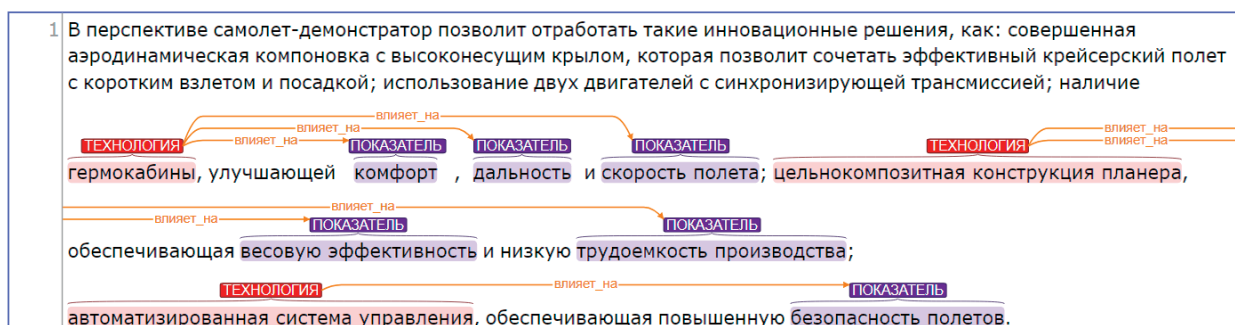
При этом показатели являются известными, их не нужно распознавать как именованные сущности, многие из них перечислены в *Плане деятельности НИЦ* [1]. В интересующем нас отношении *влияет\_на* можно, в свою очередь, выделить подвиды этого отношения, например, *увеличивает*, *уменьшает*, *улучшает*, *ухудшает* и др. Конечно, выразаться в языке эти отношения будут большим числом самых различных конструкций, сравните



Распознавание же сущностей типа *технология* представляет сложность, которая связана с широтой этого понятия. Как следует из определения выше, технологией может быть какое-либо устройство, оборудование, прибор; конструкторское решение; материал; приемы, методы, операции и процессы; программное обеспечение и пр. В этом смысле *технологии* скорее всего не будут являться в тексте именованными сущностями, такими как фамилии, географические названия и пр. (если только им не присвоены какие-то

имена-шифры), а скорее будут терминами предметной области, устойчивыми сочетаниями, или *коллокациями*. В этом случае к задаче распознавания технологий можно подойти как к задаче *извлечения терминологии* (terminology extraction), которая может выполняться и отдельно от ИЕ.

Приведем в качестве примера реальный фрагмент текста, взятый из материалов ЦАГИ, и результат его обработки, который можно ожидать от хорошо настроенной ИЕ-системы.



## Заключение

Применение ИЕ может оказаться полезным для стратегического планирования и прогнозирования в авиационной науке. Оно дополнит традиционные экспертные способы получения информации, такие как опросы, интервью, анкетирования.

В рамках этой работы был собран *корпус* текстов, относящихся к сфере деятельности ЦАГИ. В него вошли материалы открытого характера на русском языке объемом примерно 1,200 документов в которых содержится 375 тыс. слов. На корпусе был автоматически выполнен морфологический анализ со снятием морфологической омонимии.

Для примера, в корпусе содержится 497 предложений, в которых встречается слово *шум*, обозначающее соответствующий *показатель*. При этом из них всего около 15% процентов предложений, где говорится о каких-либо *технологиях* снижения *шума* (они были отмечены экспертами вручную). Таким образом, поиск нужной информации может быть облегчен в разы, конечно при условии, что извлечение информации работает с приемлемой точностью.

Авторы планируют продолжить работу по применению различных подходов и методов извлечения информации для целей стратегического планирования и прогнозирования в авиационной науке.

## Литература

1. План деятельности ФГБУ «Национальный исследовательский центр «Институт имени Н.Е. Жуковского» по развитию науки и технологий в авиастроении, утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 16 сентября 2016 г. № 1959-р.
2. Методологические основы и регламенты управления исследованиями и разработками в высокотехнологичных отраслях промышленности (на примере Национального исследовательского центра «Институт имени Н.Е. Жуковского») / под общей редакцией Б.С. Алешина и А.В. Дутова. М.: изд-во ГосНИИАС. 2017 – 160 с.
3. И. Николаев, О. Митренина, Т. Ландо. Прикладная и компьютерная лингвистика. Ленанд, 2016
4. Большакова Е.И., Воронцов К.В., Ефремова Н.Э., Клышинский Э.С., Лукашевич Н.В., Сапин А.С. Автоматическая обработка текстов на естественном языке и анализ данных, НИУ ВШЭ, 2017
5. Смирнов И.В. Введение в анализ естественных языков. Учебно-методическое пособие. Российский университет дружбы народов, Институт системного анализа РАН © И.В. Смирнов, 2014
6. Speech and Language Processing. Dan Jurafsky and James H. Martin. 2-nd edition. 2009.

## **Методика расчёта показателей транспортной доступности для населения субъектов РФ при организации местных авиаперевозок**

*Смирнов А.В., к.т.н., заместитель начальника отделения,  
[smirnov@tsagi.ru](mailto:smirnov@tsagi.ru)*

*Егошин С.Ф., инженер,*

*ФГУП «Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н.Е. Жуковского», г. Жуковский*

Одной из государственных задач Российской Федерации является обеспечение доступности и качества услуг транспорта для населения, предприятий экономики, государственных и муниципальных служб РФ. Как показывает всемирный опыт, развитие внутренней транспортной системы государства – один из ключевых факторов, определяющих успешное развитие ее экономики и благосостояния ее граждан.

Все сказанное в полной мере относится и к сфере пригородных (местных) перевозок. Совершение пригородных поездок продиктовано потребностью граждан в получении государственных услуг (административных, медицинских, общеобразовательных и пр.). Основополагающий документ, в котором зафиксированы соответствующие задачи по обеспечению населения услугами пригородного транспорта – это «Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года» [1].

В России в большинстве европейских регионов и ряде экономически развитых регионов Урала, Сибири, Дальнего Востока местные перевозки реализуются благодаря развитой автомобильной и железнодорожной сети. При этом высокий уровень транспортной доступности характеризуется как низкой стоимостью проезда, так и достаточно высокой регулярностью и интенсивностью движения транспортных средств.

Иная картина наблюдается в труднодоступных районах, например, Крайнего Севера или Дальнего Востока, где большие расстояния и малая плотность населения делают нецелесообразной организацию наземного сообщения. В таких регионах авиационный транспорт является зачастую единственной возможностью перемещения между населенными пунктами. Себестоимость местных авиаперевозок оказывается несопоставимо высокой по отношению к среднему уровню доходов населения региона, что делает их коммерчески непривлекательными и вынуждает государство выделять значительные субсидии на организацию местных воздушных линий (МВЛ). Как

следствие, рыночные подходы, используемые при исследовании магистральной авиатранспортной системы, неприменимы для развития местных авиаперевозок.

Одним из возможных путей решения задачи обеспечения доступности транспорта и снижения транспортной дискриминации населения в пригородном сообщении может быть введение минимального социального транспортного стандарта (МСТС). Этот стандарт задает набор параметров, которые необходимо выдержать при проектировании местной транспортной сети. Параметры МСТС определяют гарантируемый государством минимальный уровень доступности и качества транспортных услуг на всей территории Российской Федерации. В качестве параметров МСТС могут рассматриваться максимальная продолжительность поездки, минимальная регулярность движения транспортных средств, максимальная стоимость для пассажира и др.

Применительно к местной авиатранспортной системе, выделяются следующие основные направления ее развития [1]:

- повышение ценовой доступности авиаперевозок и авиационных работ;
- расширение возможностей базирования и условий эксплуатации воздушных судов (ВС);
- повышение качества, интенсивности и регулярности авиаперевозок.

Для реализации задач, сформулированных в Транспортной стратегии Российской Федерации, необходима организация комплекса НИОКР по целенаправленному созданию научно-технического задела в части новых технологий для авиационной техники МВЛ. Адекватная оценка эффективности новых технических и компоновочных решений требует разработки программного комплекса на основе методов системной интеграции технологий. Эффективным методом, позволяющим получить наиболее адекватную оценку эффективности созданного НТЗ, выработать эту информацию, является математическое моделирование авиатранспортной системы в местном сообщении. Обобщенная структура алгоритма (последовательность этапов расчета и их взаимосвязь) схематически представлена на рисунке 1:



*Рис. 4. Схема проектирования оптимальной конфигурации авиатранспортной сети в местном сообщении*

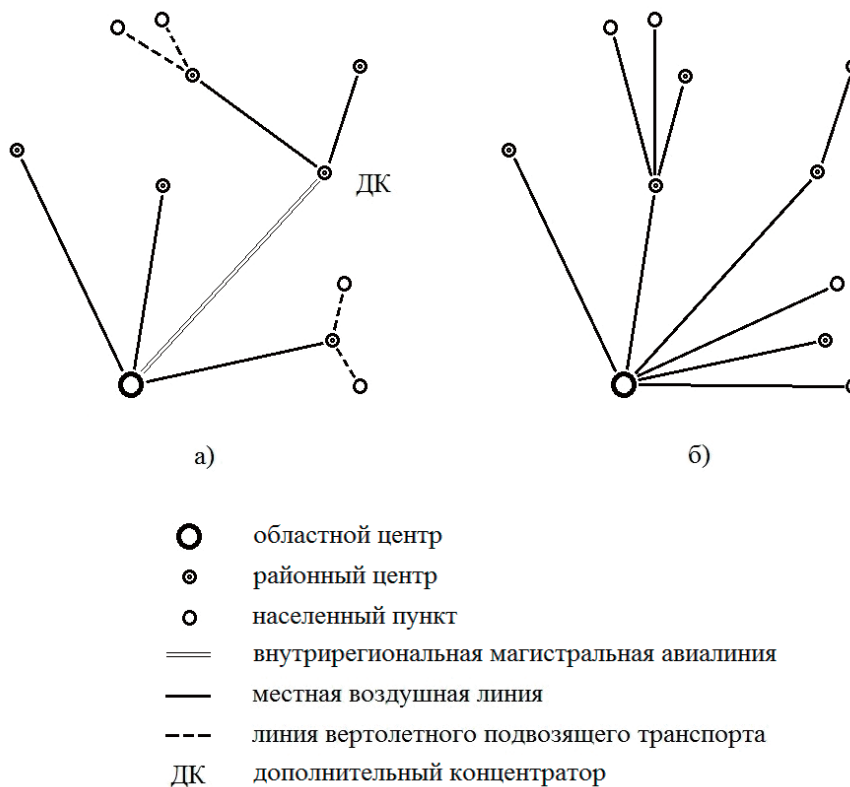
Основными исходными данными, необходимыми для расчета показателей на основе модели авиатранспортной системы местных перевозок, являются демографические и географические сведения о территории и населенных пунктах субъектов РФ. На основе этих сведений производится оценка масштабов местных авиационных перевозок: перечень субъектов РФ, в которых требуется организация МВЛ; количество и распределение населения, подвергаемого транспортной дискриминации в местном сообщении при заданном значении параметра МСТС как первого из двух ключевых решений [2].

Следующим шагом, после анализа масштабов авиаперевозок, является принятие решения, касающегося выбора т.н. сценария местных авиаперевозок. В общем случае, сценарии местных перевозок могут различными для разных субъектов РФ. В состав сценария входят:

- перечень пунктов отправления и назначения, наличие в них необходимой наземной инфраструктуры для функционирования авиационного транспорта;
- перечень видов транспортных средств, и в частности, летательных аппаратов (ЛА), применяемых для перевозки населения из пунктов отправления в пункты назначения;
- допустимые маршруты движения транспортных средств. Для МВЛ данные маршруты рассчитываются на основе летно-технических и экономических характеристик

ЛА во взаимосвязи с располагаемой наземной инфраструктурой ( типовые операции местных авиаперевозок).

Примеры некоторых из возможных сценариев местных авиаперевозок представлены на рисунке 2:



**Рис. 5** Возможные сценарии местных авиаперевозок: а) "самолетно-вертолетный"; б) "прямой самолетный"

Пример а) рисунка 2 соответствует «самолетно-вертолетному» сценарию местной транспортной сети. Его отличительной особенностью является допущение, что цель поездки граждан – удовлетворение текущих потребностей, а не достижение областного центра (ОЦ) как такового (где возможно это удовлетворение по определению). Данное допущение позволяет ввести т.н. «дополнительные концентраторы» МВЛ (далее условно ДК). ДК выбираются из числа населенных пунктов, в которых уже существуют или целесообразно создание аэропортов магистральной сети. Аэропорты ДК, наравне с аэропортом ОЦ, служат пунктами базирования ВС МВЛ. Количество ДК определяется из условия, что для каждого районного центра (РЦ) в пределах 600 км (характерная дальность перевозки пассажиров МВЛ [3]) или находится ОЦ, или существует как минимум один ДК.

В качестве подвозящего транспорта предполагается использование преимущественно вертолетов, что и определило название сценария (хотя, если позволяют условия, возможно применение автомобилей и др.). При разработке сценария не

учитывается вопрос, является ли цель поездки достигнутой по прибытии пассажиров в ДК. Считается, что в этом случае возможны два варианта: пассажиры продолжают поездку в ОЦ посредством авиационной магистральной сети, или же в ДК организуются филиалы государственных, медицинских и прочих учреждений, обладающие достаточным уровнем компетенций для удовлетворения потребностей пассажиров.

Другим возможным сценарием местных авиаперевозок является «прямой самолетный», в котором нет каких-либо вспомогательных допущений касательно цели поездки и способов ее совершения: конечным пунктом назначения всех местных перевозок является ОЦ – столица субъекта РФ. Это позволяет не рассматривать наличие развитой магистральной сети в субъекте (а в ОЦ она присутствует всегда), не затрагивать вопросы организации подвозящего вертолетного транспорта, а также не проводить анализ возможности и целесообразности развития ДК. Сценарий предусматривает решение задачи непосредственным образом: максимально возможное количество аэродромов МВЛ на территории субъекта РФ связывается с его населенными пунктами прямыми воздушными линиями с допущением промежуточных посадок (в силу ограничения дальности полета 600 км). Пунктами базирования ВС МВЛ служат аэропорты ОЦ, а роль подвозящего транспорта в этом сценарии выполняет только автомобильный.

Приведенные сценарии местных авиаперевозок можно считать двумя характерными теоретическими возможностями организации МВЛ: в «самолетно-вертолетном» сценарии роль самолетов сведена к минимуму, в «прямом самолетном» – она максимальна. В любом случае, выбираемый для каждого субъекта РФ сценарий будет являться промежуточным между этими двумя приведенными.

Математическая модель, соответствующая выбранному сценарию местных авиаперевозок, является системообразующей частью в рамках общей модели авиатранспортной системы местных перевозок. Однако последняя была бы неполна и для нее невозможно было бы отыскать оптимальную конфигурацию без наложения дополнительных ограничительных условий. Таким внешним ограничительным условием являются параметры МСТС. В результате, после формирования и оптимизации, в рамках модели авиатранспортной системы местных перевозок могут быть рассчитаны такие показатели системы, как уровень транспортной дискриминации и охват перевозимого населения, количество авиалиний, потребный парк ВС в зависимости от годовой подвижности населения, суммарный налет ВС в парке, затраты государства на организацию спроектированной авиатранспортной системы и т.д. Рассчитанные показатели являются искомой информацией, необходимой для принятия решения об эффективности спроектированной авиатранспортной сети и целесообразности внедрения



технологий в новой авиационной технике МВЛ. Также на основе этих показателей могут быть уточнены и исходные ключевые решения (параметры МСТС и сценария авиаперевозок – желтые стрелки на рисунке 1).

Пример результатов, рассчитанных для описанных выше сценариев, при значениях соответствующего МСТС «3 часа» и «4 часа» (т.е. ограничивающего максимальную продолжительность поездки), а также при различных значениях годовой подвижности населения  $\gamma$ , представлен на рисунке 3:

	Самолетно-вертолетный сценарий		Прямой самолетный сценарий
	3 часа	4 часа	4 часа
<b>МСТС:</b>			
<b>Кол-во субъектов РФ</b>	55	40	41
<b>Кол-во районных центров</b>	460	266	458
<b>Охват населения, млн. чел</b>	13,0	6,9	11,5
<b>Кол-во аэродромов</b>	460	266	993
<b>ВС «9 мест», <math>\gamma=0,1</math></b>	408	249	1037
<b>ВС «19 мест», <math>\gamma=0,1</math></b>	14	5	51
<b>ВС «9 мест», <math>\gamma=1</math></b>	294	199	1115
<b>ВС «19 мест», <math>\gamma=1</math></b>	945	476	985
<b>Заполняемость кресел, <math>\gamma=1</math></b>	0,93	0,91	0,76

*Рис. 6 Расчет показателей авиатранспортной системы для разных сценариев авиаперевозок и значения параметра МСТС «максимальная продолжительность поездки»*

Как можно видеть из рисунка 3, при введении ограничения на «максимальную продолжительность поездки», равного 4 часам, количество субъектов РФ, где необходима организация МВЛ для решения транспортных проблем на местном уровне, составляет не менее 40, а численность населения, испытывающего потребность в местных авиаперевозках – порядка 10 млн. чел.

При текущей годовой подвижности населения  $\gamma=0,1$  поездка/чел. потребный парк ВС для самолетно-вертолетного сценария будет состоять преимущественно из 9-местных воздушных судов (250÷400 штук), причем с ростом подвижности до  $\gamma=1$  акцент сместится в пользу 19-местных судов (500÷900 штук). В то же время, при текущей  $\gamma=0,1$  потребный парк ВС для прямого самолетного сценария будет состоять преимущественно из 9-местных воздушных судов в количестве более 1000 штук, причем с ростом  $\gamma$  до

1 поездки/чел. это количество изменится мало, в то время как количество 19-местных судов достигнет порядка 900 штук.

Различие результатов говорит о взаимосвязи выбора сценария местных авиаперевозок и пассажироместимости требуемого оптимального парка ВС. В частности, если для самолетно-вертолетного сценария выбор двухтипового парка 9- и 19-местных ВС оправдан (заполняемость кресел – на уровне 90%), то для прямого самолетного сценария указанные пассажироместимости ВС являются избыточными (при наилучшем показателе подвижности заполняемость не превышает 75%).

Разработанные с их учетом алгоритмы расчета и соответствующие программные модули для оптимизации структуры местной авиатранспортной системы включены в состав программного комплекса для оценки эффективности новых технологий (технических и компоновочных решений), разрабатываемых в интересах создания авиационной техники нового поколения для местных воздушных линий.

## **Литература**

1. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года (утверждена распоряжением Правительства РФ от 22.11.2008 г. № 1734-р)
2. Смирнов А.В., Егошин С.Ф. Авиатранспортная доступность и транспортная дискриминация населения в субъектах Российской Федерации // Научный вестник МГТУ ГА. 2018. Т. 21 № 3. С. 78-90.
3. Клочкин В.В., Рождественская С.М., Фридлянд А.А. Обоснование приоритетных направлений развития авиационной техники для местных воздушных линий // Научный вестник ГосНИИ ГА. 2018. № 20 (331). С. 93-102.

# Моделирование влияния новой авиатехники на воздушные перевозки с использованием оценок ценовой эластичности спроса

*Власенко А.О., старший научный сотрудник,  
[vlasenko@iac2.ru](mailto:vlasenko@iac2.ru)*

*Сухарев А.А., руководитель направления,  
[sukharev@iac2.ru](mailto:sukharev@iac2.ru)*

*Урюпин И. В., младший научный сотрудник,  
[uryupin@iac2.ru](mailto:uryupin@iac2.ru)*

*ООО «Межотраслевой аналитический центр»*

**Аннотация.** В докладе предложены подходы к применению моделирования системы авиационного транспорта для оценки эффекта от внедрения новых технологий при создании новых гражданских воздушных судов. Представлены результаты по созданию модели авиатранспортной системы Российской Федерации, предназначенной, в том числе, для оценки изменения спроса на воздушные перевозки при вводе в эксплуатацию новых типов авиатехники. Предложены пути развития модели и созданного на ее основе программного комплекса.

**Ключевые слова:** моделирование, авиатранспортная система, ценовая эластичность, спрос на пассажирские авиаперевозки.

## Введение

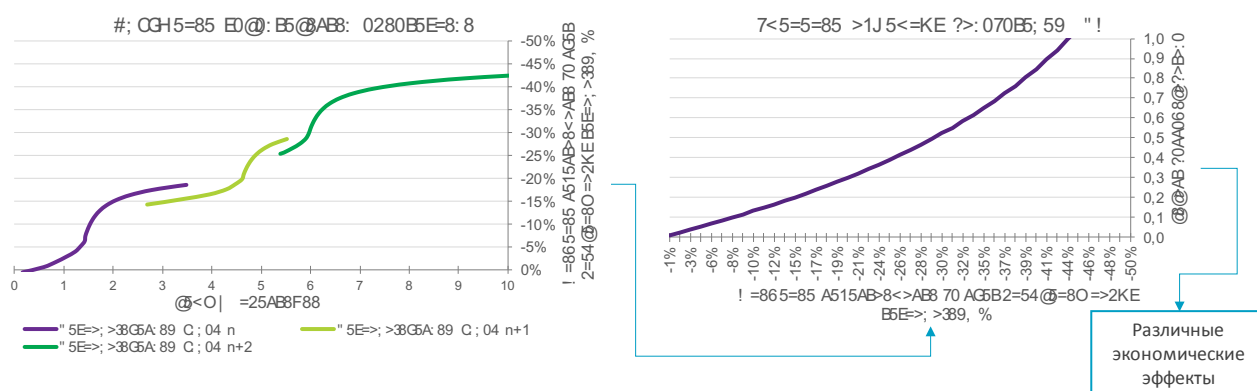
За последние три года коллективом ООО «Межотраслевой аналитический центр» совместно с ФГБУ «Национальный исследовательский центр «Институт имени Н.Е. Жуковского» был создан значительный задел по тематике создания комплекса моделирования авиатранспортной системы (АТС). В докладе представлены основные результаты исследований, полученные специалистами ООО «Межотраслевой аналитический центр» в 2018 году в рамках работ по указанному направлению в продолжение цикла исследований 2016-2017 годов. На предшествующих стадиях в работе [1] был описан общий подход к моделированию, общая структура программного комплекса и основные входные-выходные данные для его модулей; в работе [2] произведена детальная проработка и создание отдельных блоков комплекса, в том числе - модуля «Транспортный стандарт», позволяющего оценить связность авиатранспортной сети и значение транспортного стандарта (с учетом заданного качества оказания транспортной услуги). В 2018 году в рамках работы [3] был создан программный модуль, позволяющий оценивать эффект от внедрения новой авиатехники на спрос на воздушные пассажирские перевозки в авиатранспортной системе (АТС).

# 1. Место моделирования АТС в процессе решения задачи оценки эффекта от внедрения новых технологий авиастроения

Комплексное моделирование является важным элементом оценки новых технологий и эффекта от их внедрения в АТС, что может быть использовано при планировании и оптимизации технологического развития.

Необходимым условием целесообразности инноваций является получение положительного экономического эффекта от их использования. Известно, что согласно диффузной модели распространения инноваций Басса [4] соотношение между приращением результата и объемом затрачиваемых на его достижение ресурсов в рамках одного технологического уклада описывается S-образной кривой (рисунок 1). Если технологический уклад находится на участке насыщения S-образной кривой, указанное выше необходимое условие может не выполняться. Это делает бессмысленным дальнейшее вложение ресурсов в развитие существующего уклада и необходимым – их перенаправление на преодоление так называемой зоны «технологического разрыва», так как иное приводит к утрате конкурентоспособности рыночного игрока.

Таким образом, актуальна задача прогнозирования приближения технологического разрыва методом (1) отслеживания и прогнозирования динамики приращения экономического эффекта инноваций и (2) сравнения их с прогнозными значениями затрат ресурсов, связанных с внедрением инноваций. Экономический эффект внедрения ЛА с заданными характеристиками в авиатранспортную систему будет пропорционален изменению пассажиропотока и пассажирооборота. Оценке этого увеличения и посвящена настоящая работа.

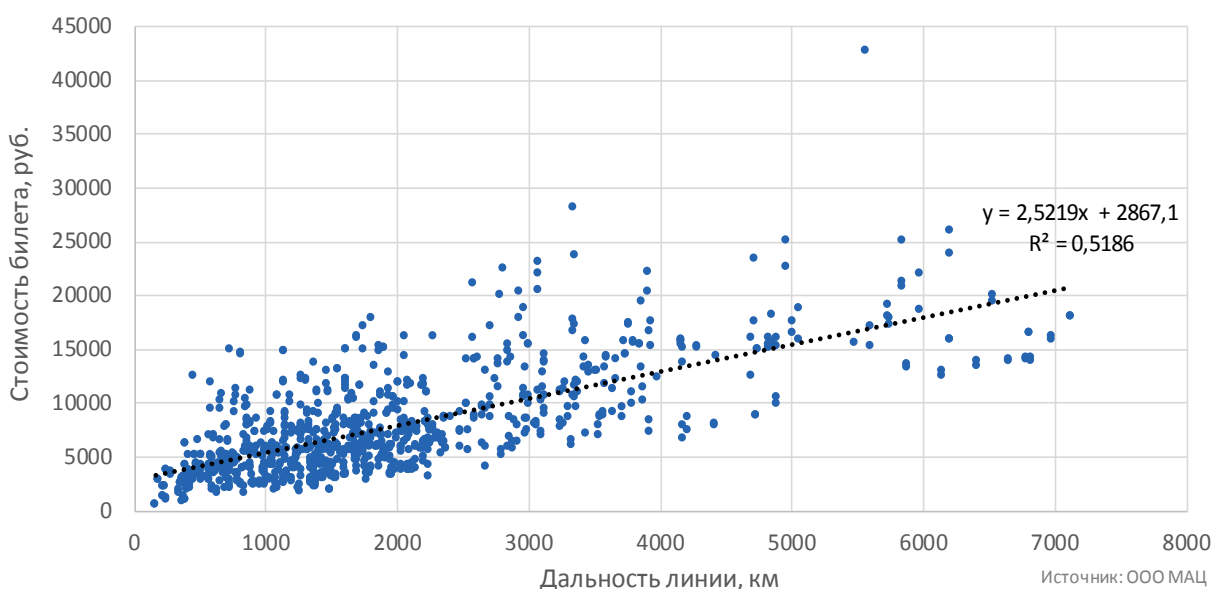


**Рис. 1.** Общий подход к оценке эффекта от внедрения новых технологий

Инвестиции в технологии приводят к улучшению характеристик новой техники, в частности – снижению себестоимости перевозок. В условиях конкурентной борьбы снижение себестоимости должно приводить к снижению тарифа на авиаперевозку, которое приводит к росту пассажиропотока. Для проверки гипотезы о том, что снижение

себестоимости ведет к снижению тарифа, было проведено исследование тарифов для уровней (1) маршрутов и (2) АТС в целом.

На уровне маршрутов на тариф для пассажира влияет множество факторов, основные из которых - себестоимость перевозки, уровень конкуренции на линии, сезон поездки, а также элементы коммерческой политики авиакомпаний [5],[6]. Для исследования на уровне маршрутов был применен подход, сходный с примененным в работе [7]. Был собран массив из более чем 162 тыс. записей о поисковых запросах цен на билеты в период с июня по сентябрь 2018 года, которые содержат информацию о пунктах вылета/прилета, тарифе, дате поиска билета, датах отправления и возвращения. Агрегированные по пунктам вылета и прилета средние значения стоимостей билета для пассажира (рисунок 2), были использованы для наполнения исходными данными созданного программного комплекса.



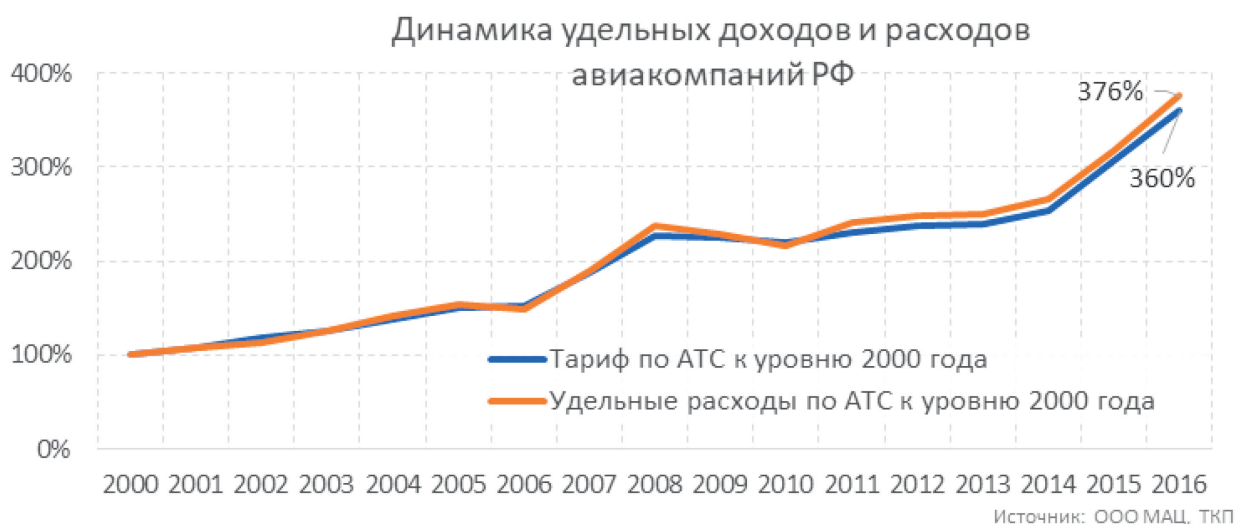
**Рис. 2.** Средняя стоимость билета для линий РФ в зависимости от дальности

Анализ указанных данных показал, что в целом на уровне маршрутов наблюдается существенный разброс цен. Основное влияние на цену оказывает дальность полета (объясняет около 0,52 вариации), которой себестоимость авиаперевозки фактически пропорциональна. Значительное влияние оказывает также уровень конкуренции и раннее бронирование билета (суммарно объясняют около 0,1 вариации).

В то же время для уровня АТС в целом оказалось, что тариф и себестоимость изменяются почти синхронно. На рисунке 3 представлено изменение относительно уровня 2000 года средних по АТС России выручки и себестоимости в расчете на пассажира. Подобный характер изменения величин может объясняться высокой конкурентной напряженностью рынка авиаперевозок. Это подтверждается и практикой тарифной

политики авиакомпаний, значительное число которых вынуждено сохранять тарифы даже при низкой или отрицательной рентабельности перевозок.

Таким образом, снижение себестоимости авиаперевозок за счет внедрения новой техники может быть существенным конкурентным преимуществом на целой группе маршрутов, что повлияет на систему в целом.



*Рис. 3. Динамика удельных доходов и расходов авиакомпаний РФ*

## **2. Методическая база для создания программного модуля**

Оценка изменения спроса на авиаперевозки при внедрении новых типов техники проводилась на основе определения ценовой эластичности спроса. Коэффициенты ценовой эластичности спроса, принимая отрицательные значения, показывают на сколько процентов изменится спрос при изменении цены на 1%.

На основе анализа работ [8] - [13], а также многих других, посвященных определению эластичности спроса на авиаперевозки, было установлено следующее:

1. С повышением уровня агрегации (переходе с уровня отдельных маршрутов на национальный уровень) коэффициенты эластичности уменьшаются по модулю, что связывают с уменьшением количества доступных альтернатив.

2. В большинстве исследований используют сегментацию рынка для лучшего учета в рамках отдельных сегментов особенностей поведения потребителей и наличия субститутов (альтернативных видов транспорта). Наиболее важными факторами сегментации рынка авиаперевозок являются дальность маршрута и цель поездки. Помимо этих двух факторов для сегментации в исследованиях также используют вид поездки (внутренние и международные перевозки) и структуру сети (хабовая структура или point-to-point). По дальности путешествия маршруты делятся на ближние, где существенное влияние оказывает доступность неавиационного транспорта, и дальние, где альтернатив

воздушному транспорту нет. По цели поездки выделяют более чувствительный к изменениям цены туристический спрос и менее чувствительный – деловой.

3. В большинстве случаев эластичность определяют построением эконометрических моделей, либо путем метаанализа релевантных научных работ. Авторами были опробованы оба эти подхода.

В результате анализа работ, посвященных моделированию спроса на авиационные перевозки, и характера поведения основных факторов АТС РФ была предложена эконометрическая модель (1), которая оказалась близка к виду функциональной зависимости, представленной в работе [8].

$$\begin{aligned} \ln Traffic_t = & \\ & Constant + a_1 \ln Traffic_{t-12} + a_2 \ln dRealPrice_t + \\ & \sum_{i=0..k} a_{3,i} \ln dAvRealIncomeInd_{t-i} + a_4 \ln dAvGDP_t + a_5 \ln dAvPopulation_t + & (1) \\ & a_6 bHub2 + a_7 bHub1 + a_8 bRegCentr + a_9 bResort + a_{10} bIndustr + & ) \\ & a_{11} bInternational + a_{12} bOtherTransport + a_{14} \ln dRealOtherFare + a_{15} \ln dTim \end{aligned}$$

где  $Traffic_t$  – зависимая (объясняемая) переменная, спрос на авиаперевозки между пунктами отправления и назначения (ОН);

$Traffic_{t-12}$  – спрос на авиаперевозки между пунктами ОН в тот же временной промежуток (квартал или месяц) прошлого года;

$dRealPrice_t$  – отношение средней цены для туристического тарифа между пунктами ОН с вылетом в период t к значению в соответствующий период прошлого года, деленное на индекс потребительских цен за соответствующий временной период;

$\square AvRealIncomeInd_{t-i}$  – усредненные взвешенные по населению реальные денежные доходы в пунктах ОН за период t-i, где i=0..5 месяцев или i=0..1 кварталов;

$dAvGDP_t$  – относительное изменение усредненного взвешенного по населению ВВП на душу населения в пунктах ОН;

$dAvPopulation$  – относительное изменение средней численности населения для пунктов ОН;

$bHub2$  – равно 1, если и пункт отправления, и пункт назначения являются хабами;

$bHub1$  – равно 1, если только пункт отправления или пункт назначения является хабом;

$bRegCentr$  – равно 1, если хотя бы один из пунктов ОН является региональным центром;

$bResort$  – равно 1, если хотя бы один из пунктов ОН является туристическим центром;

$bIndustr$  – равно 1, если хотя бы один из пунктов ОН является индустриальным центром;

$bInternational$  – равно 1, если хотя бы один из пунктов ОН находится за рубежом;

$bOtherTransport$  – равно 1, если есть альтернативный воздушному вид транспорта, связывающий пункты ОН;

*dRealOtherFare* – отношение среднего тарифа для самого быстрого альтернативного воздушному виду транспорта к значению в соответствующий период прошлого года, деленое на индекс потребительских цен за соответствующий временной период;

*dTimes* – отношение полного времени путешествия между пунктами ОН самым быстрым неавиационным транспортом к полному времени путешествия между пунктами ОН воздушным транспортом.

Из-за сложности получения данных на текущем этапе исследований оценить коэффициенты эконометрической модели (1) и создать ее расчетную версию не удалось. В свою очередь, в ходе метаанализа исследований не удалось найти абсолютно релевантных и подходящих для условий АТС РФ работ. В результате был выбран комбинированный подход, заключающийся в 1) построении упрощенной модели с целью определения значения коэффициента эластичности для национального уровня РФ и 2) определения на основе метаанализа работ соотношений между значениями эластичностей для национальных уровней и уровней маршрутов для разных стран и регионов мира. Итоговые значения эластичности для уровня маршрутов РФ были получены путем применения к оценке коэффициента эластичности для национального уровня РФ выявленных на основе метаанализа взаимосвязей между национальными уровнями и уровнями маршрутов.

В ходе исследований установлено, что основное влияние на изменение спроса на авиаперевозки оказывают численность населения, доход граждан и стоимость перевозки. В результате удалось построить обладающие высокой объясняющей способностью модели, отражающую зависимость годового пассажиропотока от численности населения, а также средних взвешенных значений душевого дохода и тарифа на авиаперевозки, скорректированных на индекс потребительских цен.

Модель1 ( $R^2=0,9873$ ):

$$Pax = C * Population^{k_1} * Income_t^{k_2} * Fare^{k_4} \quad (2)$$

Модель2 ( $R^2=0,9956$ ):

$$Pax = C * Population^{k_1} * Income_t^{k_2} * Income_{t-1}^{k_3} * Fare^{k_4} \quad (3)$$

Модель3 ( $R^2=0,9947$ ):

$$Pax = C * Population^{k_1} * Income_{t-1}^{k_3} * Fare^{k_4}, \quad (4)$$

где *Pax* – пассажиропоток в млн. пассажиров;

*C, k<sub>1</sub>, k<sub>2</sub>, k<sub>3</sub>, k<sub>4</sub>* – найденные коэффициенты модели;

*Population* – численность населения в млн. человек;

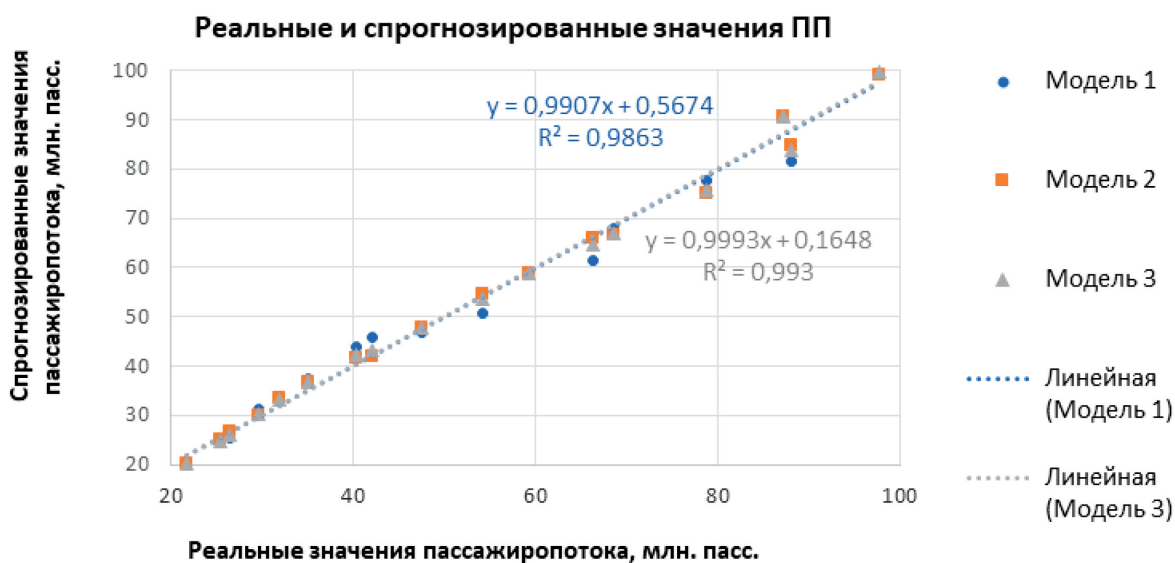


$Fare$  – средний уровень тарифа, скорректированный (разделенный) на индекс потребительских цен.

$Income_t$  – уровень номинальных доходов в том же году, скорректированный (разделенный) на индекс потребительских цен;

$Income_{t-1}$  – уровень номинальных доходов в предшествующем году, скорректированный (разделенный) на индекс потребительских цен.

Все три модели достаточно точно описывали поведение АТС в период 2000-2016 гг. (см. рисунок 4), при этом фактором изменения реальной стоимости перевозки объясняется примерно 0,81 общей вариации. Таким образом именно снижение тарифа в реальном выражении является основным драйвером роста объемов перевозок.



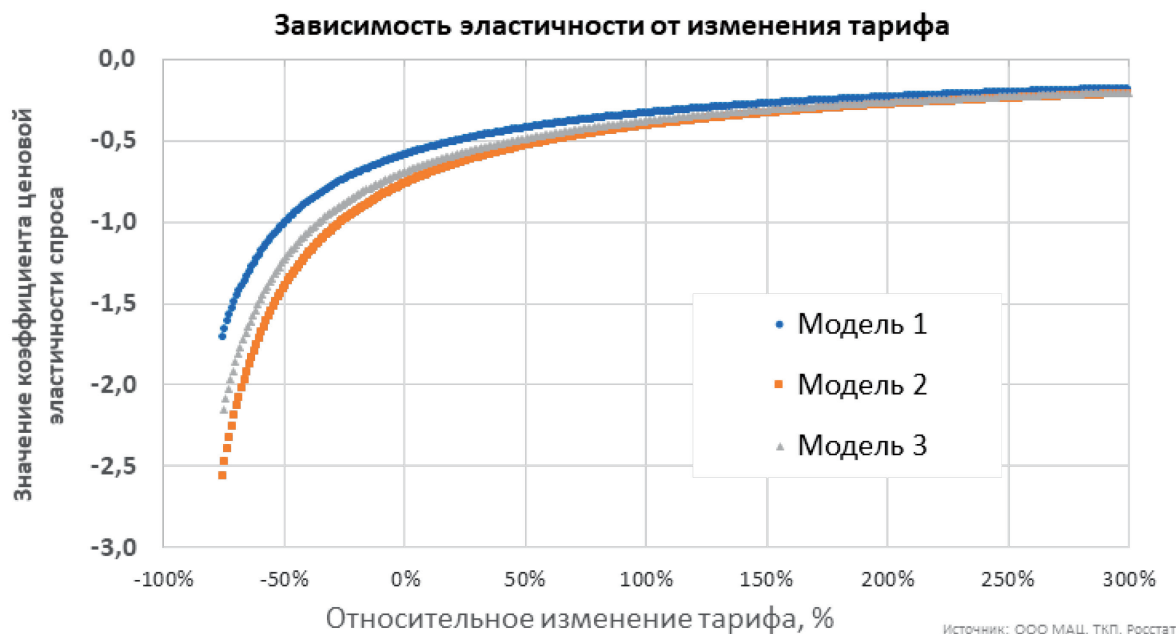
**Рис. 4.** Реальные и спрогнозированные значения пассажиропотока

В качестве основной для проведения расчетов была выбрана «Модель 3» (формула (4)), зависящая от уровня дохода в прошлый год, что объясняется выявленным запаздыванием роста перевозок относительно роста доходов, которое составляет до 6 месяцев. Кроме того, в отличие от «Модели 2» все коэффициенты «Модели 3» оказались статистически значимыми (доверительные интервалы не включали ноль) и отражали правильные зависимости между предикторами и объясняемой переменной (прямая зависимость пассажиропотока от уровня дохода и численности населения и обратная зависимость от тарифа).

Применение модели позволило определить базовое значение эластичности для уровня АТС РФ, которое составило -0,69. Кроме того, в результате исследования был получен еще один описанный ниже новый результат.

В большинстве работ коэффициент эластичности используется в соответствии с определением, а изменение спроса оценивается как линейная функция от изменения тарифа. Это вполне обосновано при небольших изменениях тарифа, когда коэффициент

эластичности можно принять постоянным. Моделирование ценовой эластичности спроса для широкого диапазона относительного изменения тарифа показало, что при больших относительных изменениях тарифа эластичность существенно изменяется и ведет себя нелинейно (рисунок 5).



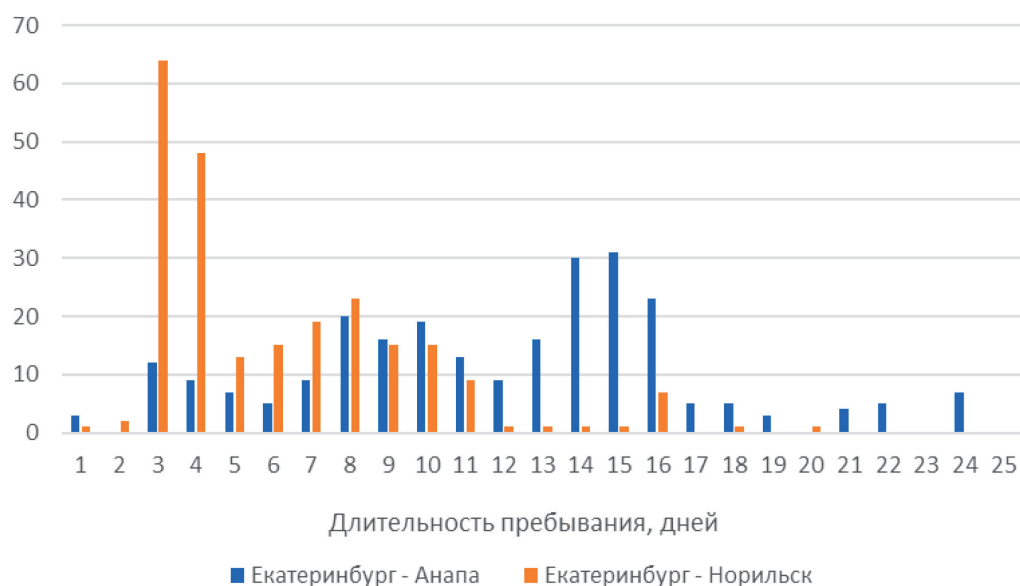
**Рис. 5.** Зависимость эластичности от относительного изменения тарифа

Поскольку функция зависимости ценовой эластичности от относительного изменения тарифа имела близкий к гиперболическому вид (коэффициент эластичности в степени -1 имеет близкий к линейному вид), был предложен вид мультипликативной поправки, зависящей от относительного изменения тарифа  $\Delta Fare$  (5). Таким образом, итоговые значения эластичности при заданном относительном изменении тарифа могут быть найдены путем умножения базовых значений на поправку.

$$f(\Delta Fare) = \frac{1}{1+0,83*\Delta Fare} \quad (5)$$

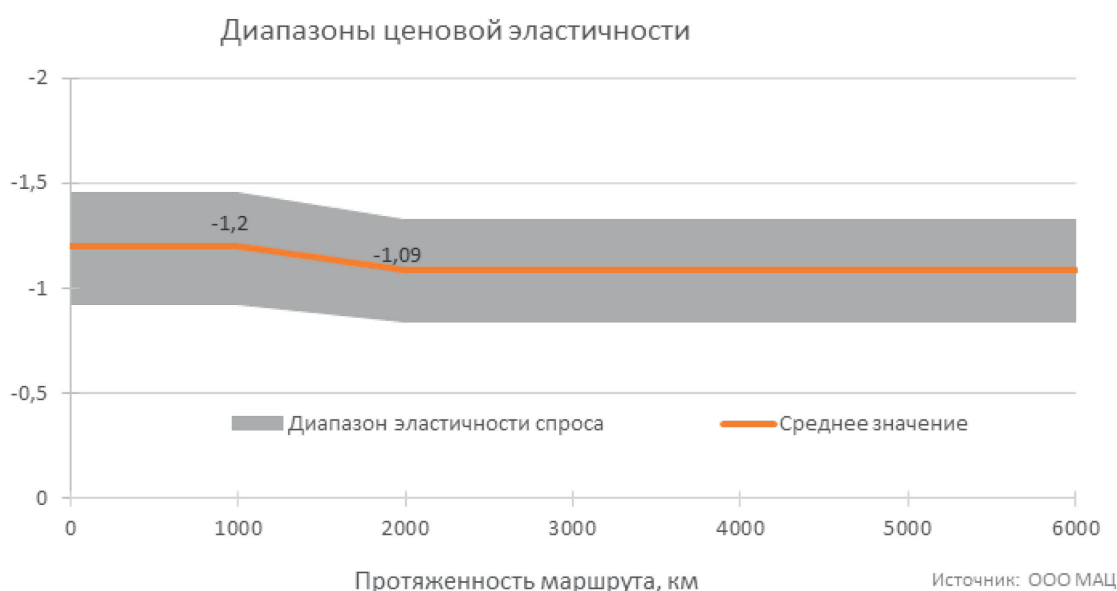
Для перехода от оценок для национального уровня РФ к уровню маршрутов была предпринята попытка провести сегментацию маршрутов по преобладающей цели поездки и дальности поездки, аналогичную сегментациям рынка, применяемым в источниках, рассмотренных на этапе проведения метаанализа работ. Для этого была предложена методика определения преобладающего на линии вида спроса на основе анализа распределения длительности пребывания пассажира в пункте назначения. Исходными данными для нее послужил упомянутый ранее массив данных о запросах в системе поиска билетов. На рисунке 6 показан пример удачного разделения спроса для линии с преобладанием туристического спроса Екатеринбург-Анапа (длительность пребывания в Анапе для значительной части пассажиров составляет более одной недели) и линии – Екатеринбург-Норильск с преобладанием делового спроса (большинство пассажиров находятся в Норильске 3-4 дня). Однако дальнейшие исследования показали, что для большинства линий не наблюдается столь яркой картины. Таким образом, в отсутствие

дополнительной статистики классифицировать линии по типу преобладающего трафика пока не удалось.



**Рис. 6.** Зависимость эластичности от относительного изменения тарифа

В качестве основного физического параметра, позволяющего сегментировать рынок, была выбрана протяженность линий. В результате были получены значения интервалов коэффициентов эластичности для «ближних» (до 1000 км) и дальних (более 2000 км) маршрутов, а также для маршрутов «переходной» протяженности (от 1000 до 2000 км), где эластичность изменяется равномерно (рисунок 7). Для «ближних» маршрутов, на которых существенное влияние на спрос могут оказывать альтернативные воздушному виду транспорта, значение ценовой эластичности составило -1,2; на дальних, где доступность субституты ограничена, -1,09. Найденные значения были использованы в созданном программном модуле оценки эффекта от внедрения новой авиатехники на спрос на воздушные перевозки.



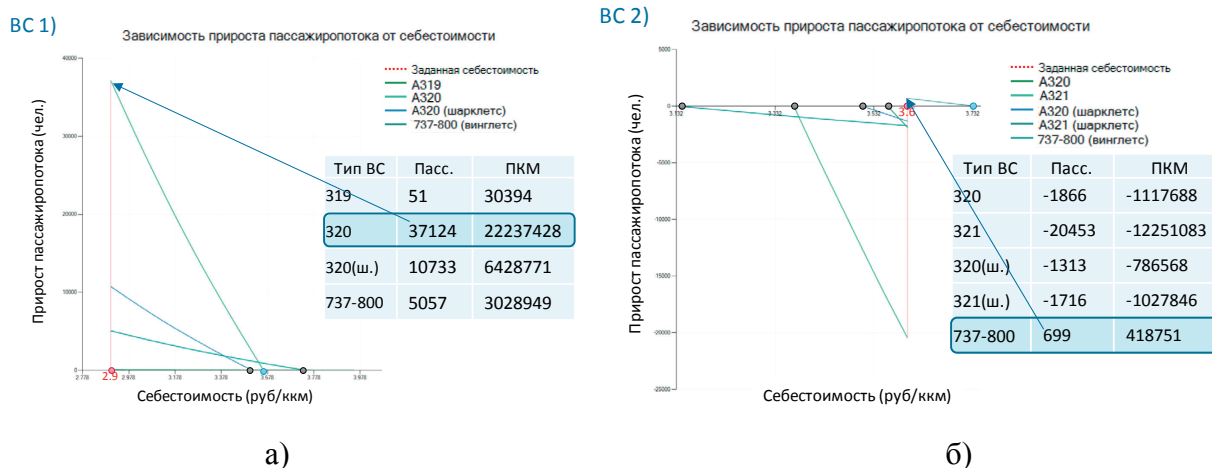
**Рис. 7.** Диапазоны ценовой эластичности в зависимости от протяженности маршрута

### **3. Программный модуль оценки эффекта от внедрения новой техники на спрос на перевозки**

Программный модуль был создан путем добавления новой функциональности в разработанное в 2017 году приложение «Транспортный Стандарт». Приложение «Транспортный стандарт» на основе информации о расписании движения самолетов позволяет определить связанность и доступность авиатранспортной сети РФ при заданном уровне качества оказания авиатранспортной услуги (максимальное количество пересадок и время между рейсами). С помощью него можно оценить качество перевозки (гарантированное время с учетом ограничений, за которое пассажир может добраться в любую достижимую точку сети) как для конкретно заданного аэропорта, так и для всех аэропортов в системе на заданную дату. Добавленный программный модуль расширяет функционал приложения и позволяет оценить эффект от замены одного из эксплуатируемых типов на новый тип ВС на одной или нескольких линиях, заданных фильтром.

В качестве одного из основных источников данных приложение использует статистические данные расписания Центра расписания и тарифов АО «Транспортная клиринговая палата», загруженные в базу данных программы. Дополнительными входными данными для проведения расчета являются (1) себестоимости перевозок на линиях для новых и эксплуатируемых типов ВС, (2) определенные в ходе исследований значения коэффициентов ценовой эластичности на линиях, (3) величины тарифов на линиях, (4) характеристики сегмента применения нового ВС (интервалы дальности линий и пассажироместности ВС).

Прирост пассажиропотока и пассажирооборота определяется объемом работы, выполняемым заменяемым типом ВС и разностью в себестоимости перевозки на новом и заменяемом типе ВС. Например, расчеты показывают, что при сравнении на «условной» линии Шереметьево-Пулково гипотетических новых самолетов с удельной себестоимостью перевозки на уровне 2,9 рубля на кресло-километр с эксплуатируемыми самолетами пассажироместностью 100-180 мест наибольший эффект будет достигнут при замещении новым типом самолетов А320. Прирост составит 37,12 тыс. пассажиров или 22,2 млн. пассажиро-километров в год (рисунок 8а). При сравнении с самолетами вместимостью 150-250 мест и удельной себестоимости перевозок на новом типе ВС в 3,6 руб./ккм будет наблюдаться незначительный прирост пассажиропотока только при замене самолетов В737-800 (рисунок 8б).



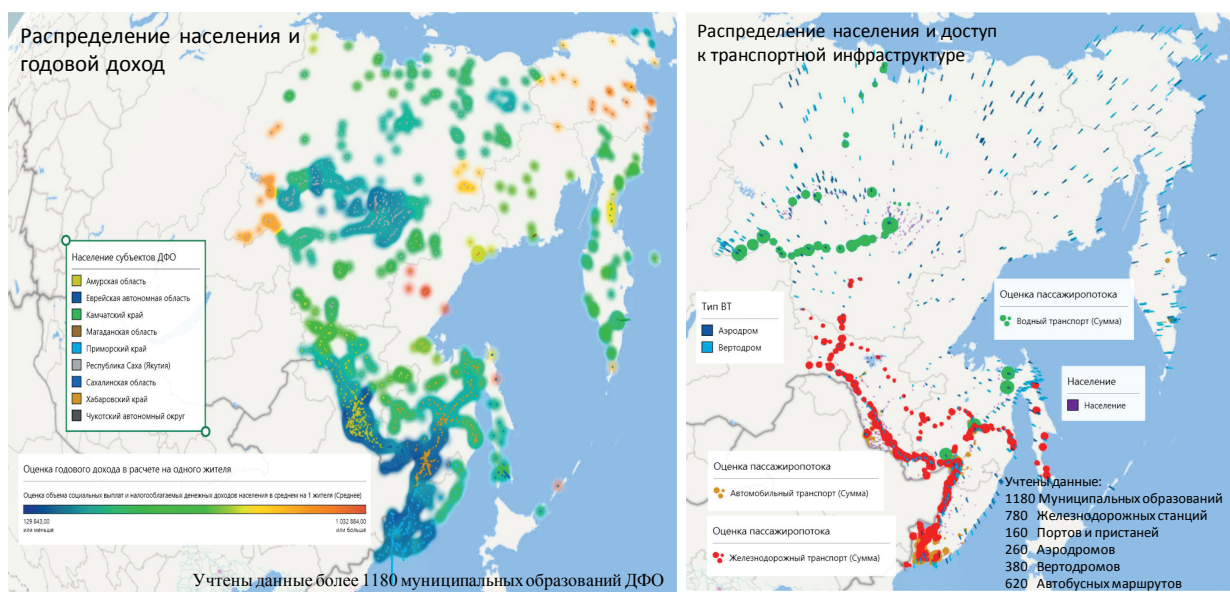
**Рис. 8. Пример расчета приращения пассажиропотока**

Таким образом, в результате работы удалось разработать методику и создать на ее основе программный инструмент для оценки изменения объемных показателей авиатранспортной системы в зависимости от характеристики экономичности ВС нового типа.

#### 4. Пути развития комплекса моделирования АТС РФ

Помимо задачи оценки влияния новых технологий, моделирование АТС может быть использовано для решения обратной задачи – формирования требований к новой технике. Двумя основными направлениями развития комплекса моделирования АТС РФ, которые обладают потенциалом существенного расширения его функционала и точности результатов, являются обеспечение учета при моделировании (1) данных о численности и среднем уровне дохода населения, с географической привязкой к населенным пунктам и (2) данных о доступности объемах перевозок на неавиационных видах транспорта.

Иллюстрацией этих тезисов могут служить результаты работы [14], в рамках которой с использованием моделирования транспортной системы Дальневосточного федерального округа были определены требования к летно-техническим характеристикам перспективного самолета местных воздушных линий. Для этого была собрана информация о распределении населения и транспортной системе федерального округа (рисунок 9).

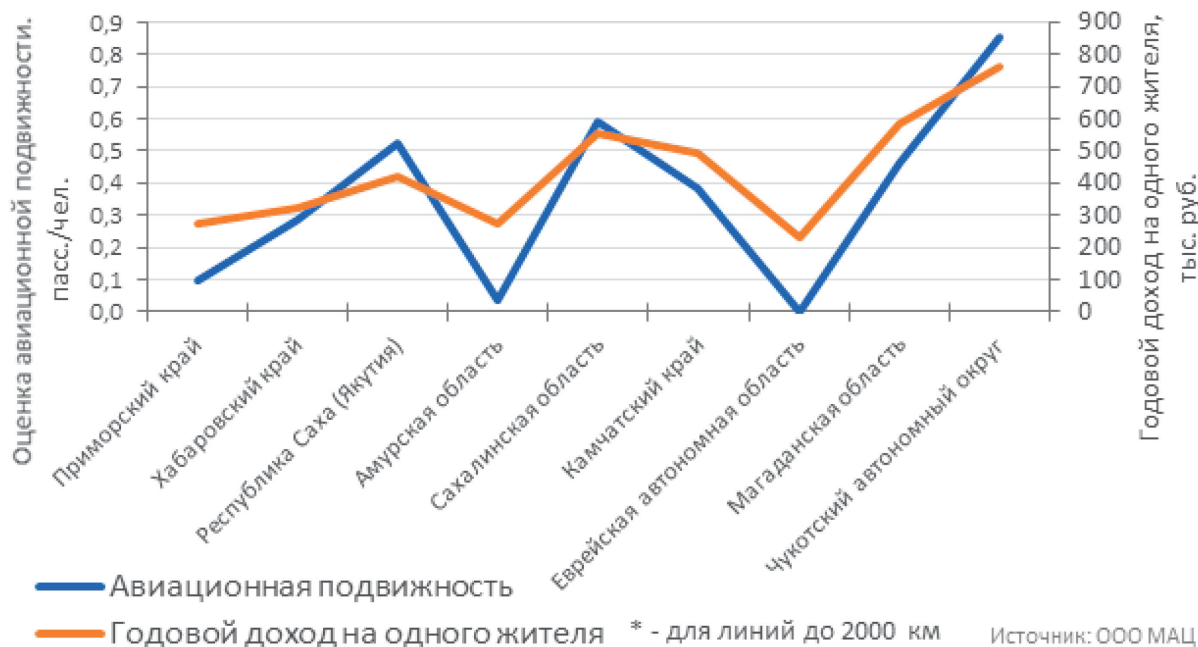


а)

б)

**Рис. 9.** Распределение численности и доходов населения (а) и объектов транспортной инфраструктуры (б) в Дальневосточном федеральном округе

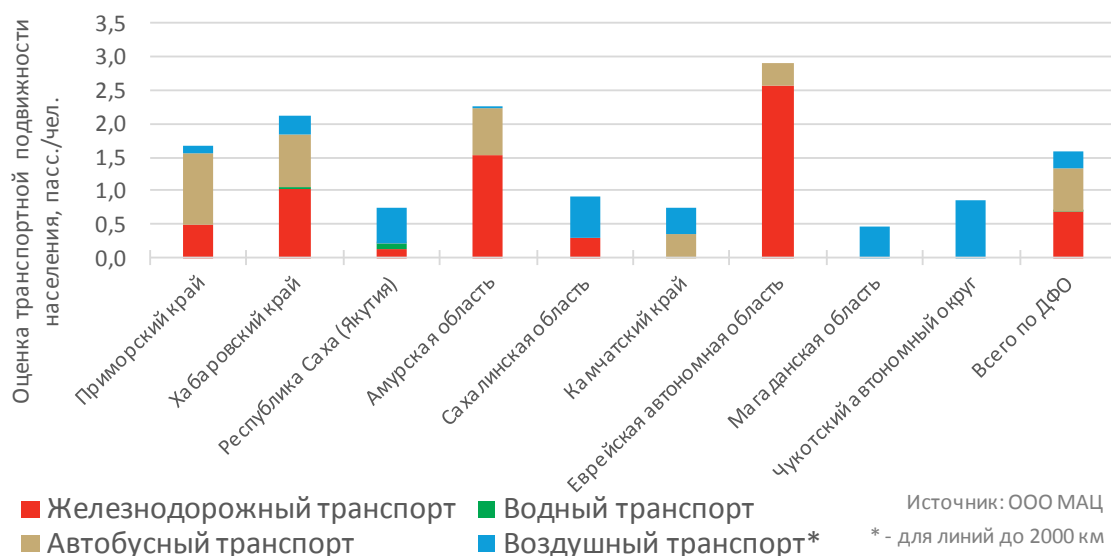
Анализ показал, что население и уровень дохода населения распределены по территории региона крайне неравномерно. При этом есть высокая корреляция между авиационной подвижностью и уровнем дохода (рисунок 10). Коэффициент корреляции по регионам между авиационной подвижностью на дальностях до 2000 км и уровнем среднего дохода составил 0,94.



**Рис. 10.** Авиационная подвижность (для дальностей от 100 до 2000 км) и средний взвешенный уровень дохода по субъектам РФ

Собранные данные о расположении и объемах перевозок через объекты транспортной инфраструктуры Дальневосточного федерального округа, в том числе и для неавиационных видов транспорта, позволили оценить суммарную транспортную

подвижность населения по видам транспорта и регионам РФ при путешествиях на дальностях от 100 км до 2000 км (рисунок 11). Эти оценки показали, что, например, в Еврейской автономной области отсутствие аэропортов, а соответственно, и авиационной подвижности населения, вполне компенсируется наличием железной дороги и автобусными маршрутами, охватывающими всю область.



**Рис. 11.** Оценки транспортной подвижности населения по видам транспорта и по субъектам РФ для дальностей от 100 до 2000 км.

## Заключение

В результате проведенных работ были получены следующие основные выводы и результаты:

1. Показана важность моделирования АТС при оценке влияния новых технологий на авиатранспортную систему, а также при формировании требований к перспективным ВС.

2. Создан существенный задел по созданию комплекса ситуационного моделирования авиатранспортной системы РФ.

3. Показано, что себестоимость перевозки является основным фактором, оказывающий влияние на уровень тарифа в системе, а тариф является основным драйвером роста перевозок.

4. Найдены значения эластичности спроса по цене авиаперевозки для национального уровня и уровня маршрутов.

5. Выявлено, что при больших относительных изменениях тарифа коэффициент эластичности изменяется нелинейно. Для учета этого эффекта предложен вид и способ внесения поправки.

6. Создан и наполнен необходимыми для проведения расчетов данными программный модуль оценки влияния снижения себестоимости на спрос на перевозки.

7. Опробован подход к моделированию транспортной системы с привязкой к географическому расположению населенных пунктов (с учетом численности и доходов населения) и объектов транспортной инфраструктуры, который в дальнейшем можно распространить на всю территорию РФ.

8. Определено, что точность и функционал систем моделирования АТС целесообразно улучшить за счет учета данных о численности и доходах населения, объектах транспортной инфраструктуры, в том числе для неавиационных видов транспорта.

## Литература

1. НИР "Разработка методологии моделирования технологического развития авиационной техники гражданского назначения в составе авиатранспортных систем" (шифр «Методология - моделирование АТС»), Москва, 2016 г.

2. НИР «Разработка методологии и алгоритмов оценки базовых показателей текущего состояния авиатранспортной системы в обеспечение моделирования научно-технологического развития авиастроения» (шифр «База-АТС-17»), Москва, 2017 г.

3. Bass basement research institute.

<http://www.bassbasement.org/BassModel/Default.aspx>

4. НИР «Разработка предложений по оценке влияния новой авиационной техники (технологий) на спрос на авиаперевозки в РФ с использованием ценовой эластичности спроса в целях решения задач оценки эффективности НТЗ» (шифр «КСМ-НТЗ-МАЦ»), Москва, 2018 г.

5. Bijan Vasigh, Ken Fleming, Thomas Tacker. *Introduction to air transport economics (from theory to applications)*. Aldershot, Hampshire : Ashgate Publishing Limited, 2008. ISBN:9780754670797.

6. Ahmed Abdelghany, Khaled Abdelghany. *Modelling Applications in the Airline Industry*. Farmham Surrey : Ashgate, 2009. 978-0-7546-7874-8.

7. Lantseva A., Mukhina K., Nikishova A., Ivanov S., Knyazkov K. Data-driven Modeling of Airlines Pricing. *www.researchgate.net.*, 2015 г.  
[https://www.researchgate.net/publication/284913714\\_Data-driven\\_Modeling\\_of\\_Airlines\\_Pricing](https://www.researchgate.net/publication/284913714_Data-driven_Modeling_of_Airlines_Pricing)



8. InterVISTAS. Estimating air travel demand elasticities: final report. *IATA*, 2007 г.  
[http://www.iata.org/whatwedo/Documents/economics/Intervistas\\_Elasticity\\_Study\\_2007.pdf](http://www.iata.org/whatwedo/Documents/economics/Intervistas_Elasticity_Study_2007.pdf)
9. Gillen, D.W., Morrison, W.G., Stewart, C. Air travel demand elasticities: concepts, issues and measurement. Final Report,. *Department of Finance, Canada*., 2002 г.  
[http://www.fin.gc.ca/consultresp/airtravel/airtravstdy\\_-eng.asp](http://www.fin.gc.ca/consultresp/airtravel/airtravstdy_-eng.asp)
10. Tae H. Oum, W.G. Waters II, Jong Say Yong. A Survey of recent estimates of price elasticities of demand for transport., 1990 г. [https://atuq.com/wp-content/uploads/2017/10/F110.002\\_ET\\_Elasticite\\_demande\\_transport\\_WorldBank\\_1990.pdf](https://atuq.com/wp-content/uploads/2017/10/F110.002_ET_Elasticite_demande_transport_WorldBank_1990.pdf)
11. Chieh-Yu Hsiao, Mark Hansen. Passenger demand for air transportation in a hub-and-spoke network, 2008 г.  
<https://ir.nctu.edu.tw/bitstream/11536/18495/1/000294237200022.pdf>
12. Bhadra, Dipasis. Demand for Air Travel in the United States: Bottom-Up Econometric Estimation and Implications for Forecasts by Origin-Destination Pairs. *Journal of Air Transportation*. 2003 г., Т. Vol. 8, No. 2.
13. UK department of transport. UK aviation forecast., 2013 г.  
[https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/223839/aviation-forecasts.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/223839/aviation-forecasts.pdf)
14. НИР «Подготовка материалов для выбора требований к основным летно-техническим характеристикам перспективных самолетов местных воздушных линий с гибридной силовой установкой и разработка способа визуализации дорожной карты создания самолетов МВЛ с ГСУ» (шифр «МА Комплекс-ДК»), Москва, 2018 г.

## Маркетинговые механизмы диверсификации предприятий оборонно-промышленного комплекса России

*Афанасьев А.Л., к.т.н., руководитель Центра прогнозирования развития науки, техники и технологий,  
[afal69@mail.ru](mailto:afal69@mail.ru)*

*Беркутова Т. А., к.э.н., ведущий научный сотрудник  
[tberkutova@yandex.ru](mailto:tberkutova@yandex.ru)*

*Голубев С. С., д. э. н., профессор, начальник отдела – заместитель руководителя  
Центра прогнозирования развития науки, техники и технологий  
[sergei.golubev56@mail.ru](mailto:sergei.golubev56@mail.ru)*

*ФГУП ЦНИИ «Центр, г. Москва*

**Аннотация.** В статье представлен подход к формированию маркетинговых механизмов диверсификации предприятий оборонно-промышленного комплекса в условиях военно-гражданской интеграции. Предложены механизмы диверсификации: институциональный, стратегический, инновационный, инвестиционный, маркетинговые механизмы, механизм управления диверсификацией.

**Ключевые слова:** диверсификация, оборонно-промышленный комплекс, маркетинговые механизмы диверсификации, задачи диверсификации, рыночная стоимость бизнеса, общественная стоимость предприятий оборонно-промышленного комплекса.

В условиях военно-гражданской интеграции перед предприятиями ОПК поставлена задача увеличения доли выпуска гражданской продукции. Направления развития оборонной промышленности ориентированы на выпуск высокотехнологических изделий мирового уровня как военного, так и гражданского и двойного назначения, как это принято в развитых странах.

В рамках выполнения поручений, сформулированных по результатам послания Президента РФ В.В. Путина, необходимо обеспечить увеличение доли высокотехнологичной продукции гражданского и двойного назначения в общем объеме продукции, выпускаемой организациями оборонно-промышленного комплекса, к 2020 году — не менее чем до 17 процентов, к 2025 году — не менее чем до 30 процентов, к 2030 году — не менее чем до 50 процентов.

В такой ситуации задачами, решаемыми в оборонно-промышленном комплексе (ОПК) в ходе диверсификации являются: развитие рыночных компетенций и переход на современную модель бизнеса, что предполагает формирование и развитие соответствующих механизмов диверсификации.

Комплексирование и анализ целей диверсификации предприятий ОПК в условиях военно-гражданской интеграции (ВГИ) и базовых составляющих современной модели бизнеса позволяют сформулировать требования к механизмам диверсификации:

- наличие стратегий бизнеса, формирование стратегического характера бизнеса предприятий;
- повышение стоимости бизнеса;
- повышение мобильности и адаптивности предприятий ОПК;
- повышение инвестиционной привлекательности предприятий ОПК;
- повышение инновационной активности;
- формирование компетенций работы на рынках.

Формирование стратегического характера бизнеса напрямую связано с обоснованным выбором стратегических рынков продукции двойного и гражданского назначения, наличием на предприятиях стратегий работы на рынках, сбалансированного товарного портфеля, содержащего товары на всех стадиях жизненного цикла с различным уровнем прибыльности, на разных рынках. Стратегический характер бизнеса также достигается при дифференциации стратегических зон хозяйствования путем снижения рисков, обусловленных циклическими колебаниями рынков.

Повышение мобильности и адаптивности предприятий предполагает их гибкое реагирование на изменяющиеся условия рынков, сокращение периода реагирования. Это связано с одной стороны со своевременным выявлением и прогнозированием рыночных изменений, а с другой стороны – со скоростью принятия и реализации управленческих решений, направленных на удовлетворение рыночных потребностей. Время реагирования на рыночные изменения напрямую зависит от системы взаимодействий между службами и уровнями управления внутри предприятия, а также от возможности своевременного создания партнерских отношений или бизнес-сетей, либо интеграцией в существующие на рынках бизнес-сети, обладающие недостающими для предприятия компетенциями или иными активами. Использование ресурсов партнерских отношений существенно снижает время выхода на рынки и уменьшает транзакционные издержки участников таких отношений.

Инновационная активность предприятий ОПК достигается в рамках трансфера военных технологий в производство продукции гражданского и двойного назначения (ПГДН), разработки технологий двойного назначения, а также в процессе систематической работы по исследованию рынков, прогнозированию внешней среды, потребностей покупателей и потребителей. Своевременное выявление новых потребностей и тенденций развития приводит к появлению новых товаров и технологий,

которые позволяют на определенном этапе развития максимизировать прибыль. Целенаправленные исследования рынков позволят ориентировать направления НИОКР, проводимых в ОПК, с целью их дальнейшего рыночного использования. Обеспечение сбалансированности товарного портфеля требует его пополнения товарами-новинками, которые в будущем заменят существующие товары и обеспечат предприятию целевые показатели объемов продаж и прибыли.

Инвестиционная привлекательность предприятия напрямую связана со стоимостью бизнеса и наличием инвестиционных проектов с высокой прибыльностью. Значительный вклад в рыночную стоимость бизнеса вносят нематериальные активы как рыночного характера (бренды, торговые марки, репутационный капитал, клиентские активы), так и нерыночного характера (патенты, лицензии, ноу-хау), обеспечивающие стабильность денежных потоков. Стоимость нематериальных активов, которыми владеет предприятие, напрямую влияет на его рыночную стоимость и играет ключевую роль при купле-продаже бизнеса. Инвестиционную привлекательность бизнеса формируют на основе показателей EBITDA, чистой прибыли и иных показателей международной системы финансовой отчетности. Достижение определенных значений указанных показателей позволяет провести IPO и привлечь дополнительные внешние инвестиции.

Формирование компетенций работы на рынках происходит в процессе развития маркетинговой деятельности предприятий. На стратегическом уровне маркетинговой деятельности происходит детализация рыночных стратегий для каждого рынка и сегмента (устанавливаются цели по объемам продаж и стратегии работы на рынках), на тактическом уровне разрабатываются маркетинговые программы по каждой паре «товар-рынок» (разработка программ формируется с учетом товаров, цен, продвижения, сбыта и сервиса), на оперативном – реализуются маркетинговые программы (результатом являются показатели объемов сбыта, лояльности, прибыльности, осведомленности и т.д.).

Перечисленные требования предполагают необходимость их отражения при создании системы механизмов диверсификации на предприятиях ОПК в условиях ВГИ.

В экономической энциклопедии понятие «механизм» трактуется как «последовательность состояний, процессов, определяющих собой какое-нибудь действие, явление», или «система, устройство, определяющее порядок какого-либо вида деятельности». Организационный механизм определяется как «совокупность экономических структур, институтов, форм и методов хозяйствования, которые служат увязке и согласованию общественных, групповых и частных интересов, обеспечивают функционирование и развитие национальной экономики» [1].

В теории менеджмента сущность механизма определяется следующим образом: «механизм как совокупность экономических ресурсов и способов их взаимодействия для реализации данного экономического процесса» [2], «механизм как совокупность методов и средств воздействия на управляемый объект» [3], «механизм как совокупность организационных и экономических компонентов, обеспечивающих согласованное, взаимосвязанное и взаимодействующее функционирование всех элементов системы для достижения целей организации» [4], «совокупность взаимодействующих элементов, объединенных определенной целью и являющихся инструментарием, переводящим объект из одного состояния в другое путем воздействия на него составляющих элементов», «механизм как система методов, действий и взаимосвязей организационных единиц, в совокупности решающих задачу управления эффективностью» [5].

Автор работы [6] утверждает, что «организационно-экономический механизм определяется либо природой исходного явления, либо конечным результатом серии явлений», и уточняет, что «составляющими элементами механизма всегда одновременно выступают и исходное явление, и завершающие явления, и весь процесс, который происходит в интервале между ними». Другими словами, любой организационно-экономический механизм есть определенная совокупность или последовательность экономических явлений.

Организационно-экономические механизмы, формирующиеся на основе стохастических и детерминированных взаимосвязей экономических явлений и обусловлены их временной последовательностью. Они подразделяются на открытые и закрытые.

К первому типу относят механизмы сбалансированности (равновесия) национальных и мировой экономик, рыночные механизмы ценообразования, финансовые механизмы государств и крупных корпоративных образований, корпораций и организаций. Конечный результат функционирования таких механизмов – это новое состояние исследуемого явления.

Закрытые организационно - экономические механизмы характеризуются воспроизведением исходных экономических явлений в новых или обновленных условиях хозяйствования – это так называемые мультипликативные механизмы, то есть механизмы чередования циклов экономического развития, сезонного колебания ценовой конъюнктуры различных видов товаров и услуг и т.п.

Формирование и развитие организационно-экономических механизмов всегда связано с функционированием различных организационных систем. Это различные институциональные образования на уровне транснациональных мирохозяйственных

связей, национальные экономики отдельных государств, отраслевые и территориальные комплексы, корпоративные структуры бизнеса, отдельные корпорации и их структурные подразделения (филиалы, представительства) и т.д.

Под механизмом функционирования реальных организационных систем понимают «достаточно сложный набор процедур, правил, положений, инструкций, регламентирующих поведение лиц, готовящих и принимающих решения на всех этапах функционирования организации» [6]. Авторы цитируемой работы предлагают классифицировать данные механизмы по видам как приоритетные, многоканальные, открытого управления, согласованные и прогрессивные, при этом полагается, что приоритетные могут быть представлены как конкурсные, прогрессивные как противозатратные механизмы.

Под организационно-экономическим механизмом управления сложными организационными системами понимается взаимозависимая совокупность следующих основных элементов:

- формы и методы экономического управления с мотивацией систем стимулирования;
- формы и методы тактического и оперативного управления;
- рычаги и методы формирования системы управляющих параметров с элементами самонастройки и самоорганизации;
- система обоснованных ограничений финансового и административного характера;
- информационная система формирования законодательно-правовой и нормативной базы управленческих решений.

В работе [7] финансовый механизм характеризуется как «совокупность форм организации финансовых отношений, методов и способов (мобилизация финансовых ресурсов, финансирование, стимулирование), применяемых обществом в целях создания благоприятных условий для экономического и социального развития общества».

Автором работы [8] отмечается, что «финансово-экономический механизм интеграционного взаимодействия в сложной системе включает в себя согласованную систему целей, критериев и условий и базируется на информационной поддержке, конкретных правилах финансового, информационного и технологического взаимодействия элементов между собой и с внешней средой, на методах формирования управляющих параметров (рычагов: планов, цен, нормативов), на методах финансового и оперативного управления, административных и финансовых ограничениях деятельности субъектов хозяйствования внутри системы и во внешней среде».

При формировании организационно-экономического механизма используются методы наблюдения, экспериментального апробирования, имитационного и экономико-математического моделирования и др.

Организационно-экономический механизм гармонизации интересов военного и гражданского производства представляет собой многоуровневую совокупность взаимосвязанных принципов, правил, процедур, моделей, методов и методик, позволяющих обеспечить обоснованную реализацию управленческих решений, направленных на согласование интересов военного и гражданского производства с учетом интересов государства, собственников и общества [9].

Выше были рассмотрены понятия хозяйственного и экономического механизмов, финансового механизма, основанные на научном и практическом инструментарии, используемом разными авторами при исследовании указанных экономических категорий. С учетом рассмотренных подходов и общего смыслового (семантического) значения термина «механизм», а также исходя из системной взаимосвязи его организационно-экономических элементов, позволяющей влиять на динамику результирующих показателей, можно сформулировать следующее определение механизма диверсификации: Механизм диверсификации предприятий ОПК – это многоуровневая совокупность взаимосвязанных принципов, форм, методов и методик, направленных на реализацию процессов диверсификации путем изменения структуры и взаимодействий функциональных систем предприятия с учетом динамики рыночных условий, обеспечивающих стабильность экономического развития, качественное и своевременное выполнение ГОЗ, сохранение социальных функций, трансфер технологий и конкурентоспособность предприятий ОПК в условиях военно-гражданской интеграции.

Состав механизмов диверсификации представлен на рисунке 1.

Маркетинговые механизмы диверсификации предприятий ОПК в условиях военно-гражданской интеграции

Базовые маркетинговые механизмы:

**Стратегический механизм** – выбор стратегических рынков, обеспечение стратегического характера деятельности **предприятия**

**Механизм стратегической маркетинговой деятельности** - формирование рыночных стратегий по товарам и рынкам, установление целей, позиционирование, выбор конкурентных преимуществ, формирование товарного портфеля на рынках, планирование рыночной деятельности

**Институциональный механизм** – формирование системы рыночных партнерских отношений, внедрение в бизнес-сети с целью получения преимуществ на основе использования партнерских активов

**Инвестиционный механизм** -повышение инвестиционной привлекательности предприятий ОПК за счет формирования стоимости бизнеса

**Инновационный механизм** - повышение инновационной активности предприятий ОПК за счет трансфера технологий, разработки новых технологий и продуктов

Тактические и операционные маркетинговые механизмы:

**Механизм тактической маркетинговой деятельности** - разработка комплекса маркетинга (товарная, сервисная, ценовая, коммуникативная, сбытовая политика), разработка системы сбыта и рыночных коммуникаций, разработка маркетинговых планов и программ

**Механизм оперативной маркетинговой деятельности** - реализация маркетинговых планов и программ, оперативная работа с рынком: сбытовая и сервисная деятельность, оперативная работа с потребителями, покупателями, конкурентами, исследования конъюнктуры рынков

**Механизм принятия управленческих решений на основе информации** о рынках – формирование и функционирование системы информации о существующих и потенциальных рынках предприятий ОПК, доведение рыночной информации до всех уровней управления и службу в процессе диверсификации

Рис. 1. Состав механизмов диверсификации предприятий ОПК в условиях военно-гражданской интеграции



В составе предложенных механизмов:

-базовые маркетинговые механизмы

-и механизмы тактической и оперативной маркетинговой деятельности.

Результаты реализации предложенных механизмов диверсификации представлены в таблице 1.

**Табл. 1. Результаты реализации механизмов диверсификации предприятий ОПК**

<b>Механизм диверсификации</b>	<b>Результаты реализации механизма диверсификации</b>
Стратегический механизм	- формирование рыночных стратегий предприятия; - «длинные» контракты с покупателями; - оптимальная структура товарного портфеля; - бренды, торговые марки; - созданная репутация (атрибуты).
Институциональный механизм	- сокращение времени выхода на рынки за счет ресурсов партнерских организаций; - созданные бизнес-партнерства; - интеграция в бизнес-сети.
Инвестиционный механизм	- возможность быстрого получения инвестиций, - IPO; - формирование рыночной стоимости бизнеса за счет развития рыночных нематериальных активов.
Инновационный механизм	- трансфер технологий (использование военных технологий в ПГДН); - рост выручки и прибыли от новых товаров
Стратегическая маркетинговая деятельность (Анализ рыночных возможностей, разработка стратегии маркетинга)	- выбор стратегических рынков предприятия; - формализованная рыночная стратегия (на 3-5 лет); - прогноз объемов реализации и прибыли предприятия на рынках, - формализация рыночного поведения предприятия - сегментирование рынков; - позиционирование предприятия и продукции; - функциональные стратегии маркетинга; - создание маркетинговой информационной системы.
Тактическая маркетинговая деятельность (Разработка комплекса маркетинга)	- формализованная маркетинговая политика (товарная, сервисная, ценовая, коммуникационная, сбытовая) с учетом потребностей рынка; - маркетинговые программы (с указанием конкретных числовых значений, географии, охвата и тд); - рост доли лояльных покупателей; - организация маркетинговой деятельности на предприятии.
Оперативная маркетинговая деятельность	- объемы сбыта и прибыли продукции гражданского и двойного назначения; - рост доли ПГДН в объеме реализации предприятия; - целенаправленная работа с потребителями; - рост доли рынка.
Диагностика предприятий	- состав проблемных ситуаций (противоречий), препятствующих процессам диверсификации на предприятии

<b>Механизм диверсификации</b>	<b>Результаты реализации механизма диверсификации</b>
Планирование процессов диверсификации	- целевые ориентиры – показатели предприятия, достигаемые в результате диверсификации; - программа изменений систем предприятия и уровней управления для достижение целей диверсификации; - состав ресурсов для реализации процессов диверсификации (финансовых, кадровых, информационных, инфраструктурных, научных, производственных).
Организация процессов диверсификации	- формирование организационных структур, должностей, распределение обязанностей в процессе диверсификации; - документированные процедуры процессов диверсификации; - формирование структуры бизнеса в процессе диверсификации.
Мотивация и стимулирование процессов диверсификации	- создание системы, стимулирующей персонал к достижению целей диверсификации; - формирование рыночных компетенций персонала; - формирование философии рыночной ориентации персонала.
Оценка эффективности процессов диверсификации	- анализ достигнутых показателей диверсификации; - состав корректирующих действий по результатам анализа реализованных программ диверсификации.

Предложенные механизмы играют важнейшую роль в развитии диверсификации предприятий ОПК.

Их особенностью является комплексный подход, способствующий:

- внедрению современных методов хозяйствования, переходу на новую модель бизнеса;
- развитию адаптивности и мобильности предприятий ОПК,
- росту их инновационной активности и инвестиционной привлекательности,
- развитию компетенций работы с рынком и гармонизации процессов диверсификации и деятельности функциональных систем предприятия в условиях ВГИ.

## **Литература**

1. Экономическая энциклопедия / Под ред. Л.И. Абалкина.- М.: Наука, 1999.
2. Чепенко В., Андреев В. Модернизация российской экономики и возрождение отечественного машиностроения//Вопросы экономики.- 2011.- №5.
3. Мескон М.Х., Альберт М., Хедоури Ф. Основы менеджмента: Пер. с англ. – М.: «Дело», 1992.
4. Мильнер Б.З. Теория организации. – М.: ИНФРА-М, 2002.
5. Ревенко Н.Ф. Хозяйственный механизм в ремонтном производстве: Дисс. докт. экономических наук. – Краматорск: ИЭПАНУ. – 1991.

6. Меликян Г.Р. Организационно-экономический механизм управления интегративной собственностью // *Terra Economicus*, т. 9, № 3, ч. 2.- 2011.
7. Терминологический словарь банковских и финансовых терминов. 2011.
8. Владимирова Т.А. Финансово-экономический механизм интеграционного взаимодействия в сложной экономической системе: рычаги и методы. Новосибирск: СИФБД, 2002.
9. Цхурбаева Ф. Х., Фарниева И. Т. Организационно-экономический механизм управления предприятиями АПК // *Terra Economicus*, т.7, № 2, - 2009.

## Обзор проблемных вопросов развития системы оценки уровня готовности технологий

*Сливицкий А. Б., начальник сектора ФГУП «ГосНИИАС»  
[aslivicky@gosniias.ru](mailto:aslivicky@gosniias.ru)*

### Введение

Одной из актуальных задач развития российской высокотехнологичной промышленности является задача повышения эффективности управления научными исследованиями и разработками. Основным способом решения этой задачи является поиск и внедрение новых моделей, методов и механизмов управления созданием новых технологий и наукоёмкой продукции. К числу обсуждаемых в российском научном сообществе сравнительно новых и потенциально перспективных управленческих механизмов, как показывает концептуальный анализ работ [10-25], относится так называемый «готовностный подход» [22], опирающийся на концепцию готовности объекта управления к штатному использованию [10-19, 21, 22, 24, 25].

Управленческий механизм «готовностный подход» [22] представляет собой целенаправленную деятельность по «выращиванию» разработок путем структуризации этого процесса на основе особой системы уровней готовности (УГ), имеющей форму специальной шкалы характеристик состояния разработок [10-12, 15-19, 21, 22, 24, 25], эволюционирующих во времени. В рамках методологии оценки УГ разработан специальный понятийный аппарат, сформулированы принципы (критерии) оценки состояния – контрольные точки принятия решения и методы отнесения некоторой конкретной разработки к некоторому конкретному УГ [14, 19, 21, 22]. В качестве примера, демонстрирующего данный концептуальный подход, можно привести наиболее известную шкалу точек принятия решения об успешном прохождении, достижении очередного уровня готовности технологии (УГТ), см. рис. 1.

Первоначально концепция оценки УГ и соответствующая система были разработаны и применены НАСА в 1970-х годах для оценки зрелости (готовности) технологий и управления ими. В середине 1980-х годов эта модель была выбрана Министерством обороны США как основа для координации исследовательских планов и графиков выполнения работ. Сейчас система оценки УГ внедрена в США (Министерство Обороны, ДАРПА, Федеральное Управление Гражданской Авиации, ВВС, Министерство Энергетики, НАСА, Boeing, Lockheed Martin, Northrop Grumman, GE, P&W, Ford, Kodak и

др.), странах Европейского союза (Министерство обороны Великобритании, Европейское космическое агентство, Airbus, BAE Systems, Rolls-Royce, BMW, Ferrari, FIAT, Nokia, энергетические компании Франции, компания «Некстер» и др.), в японских компаниях, в таких международных глобальных организациях как ВТО и ИКАО [25].

Уровень готовности технологии	
Уровень технологических рисков 0%        100 %	<b>9</b> Продемонстрирована работа реальной системы в условиях реальной эксплуатации.
	<b>8</b> Создана штатная система и освидетельствована (квалифицирована) посредством испытаний и демонстраций.
	<b>7</b> Прототип системы прошел демонстрацию в эксплуатационных условиях.
	<b>6</b> Модель или прототип системы/подсистемы продемонстрированы в условиях, близких к реальным.
	<b>5</b> Компоненты и/или макеты подсистем испытаны в условиях, близких к реальным.
	<b>4</b> Компоненты и/или макеты проверены в лабораторных условиях.
	<b>3</b> Даны аналитические и экспериментальные подтверждения по важнейшим функциональным возможностям и/или характеристикам выбранной концепции.
	<b>2</b> Сформулированы технологическая концепция и/или применение возможных концепций для перспективных объектов.
	<b>1</b> Выявлены и опубликованы фундаментальные принципы.

**Рис. 1.** Шкала точек принятия решения о достижении уровней готовности технологии с нанесенной шкалой уровня технологических рисков

К настоящему времени концепция оценки УГ переросла в обширную развитую систему оценки УГ, содержащую целый набор специальных шкал – формальных моделей [8, 11, 13, 15, 19, 22, 25], предназначенных для объективного сопоставления и ранжирования объектов исследования на этапах их разработки в соответствии с принципами (критериями) отнесения конкретной разработки к некоторому конкретному УГ. Каждый уровень (деление) шкалы соответствует отдельному этапу разработки и заканчивается прохождением точки принятия решения [19, 21, 22], рубежным контролем за процессом развития исследований и разработок.

Используемая классификация отражает состояние исследовательских проектов и программ, в зависимости от текущего УГТ. Модель УГТ объективирует оценку готовности, упрощает разработчикам и заказчикам контроль над ходом разработки (в т.ч. на этапе НИОКР) и выбор максимально готовых к системной интеграции и промышленному внедрению технологий. Шкала оценки УГТ позволяет проводить ранжирование технологий по степени их зрелости (готовности), начиная с самой незрелой стадии (УГТ 1) и заканчивая наиболее зрелой стадией (УГТ 9), использованием технологии в штатной серийно выпускаемой системе (объекте техники, в том числе АТ),

см. рис. 1. Шкала обеспечивает сравнимость, казалось бы, несопоставимых технологий, благодаря их стандартизованному описанию [19].

Каждому УГТ приписывается определённый технический риск (или определённый диапазон значений риска). Риск уменьшается пропорционально увеличению степени готовности технологии, см. рис. 1.

При использовании модели УГТ формальная задача создания технологии приобретает следующий вид: повысить уровень готовности  $i$ -й технологии с  $УГТ_N^i$  до  $УГТ_{N+1}^i$  за заданное (или за минимальное) время  $T_{N \rightarrow N+1}^i$  и/или заданный (или за минимальный) бюджет  $C_{N \rightarrow N+1}^i$ , где  $N = 1, 2, \dots, 8$ ,  $(N + 1)_{\text{при } N=8} = 9$  [21, 24].

Такая постановка задачи существенно отличается от задачи развития технологий в рамках существующей сейчас в России так называемой «конструкторской системы». В её рамках вопросы готовности технологий, готовность технологий к их системной интеграции, разработка адекватных шкал оценки УГ и разработка принципов и критериев отнесения некоторой  $i$ -й технологии к некоторому УГ вообще не рассматривались<sup>1</sup> и, до принятия методических и нормативно-технических документов [1-9], «легализующих» и формирующих систему оценки УГ, существовали в латентной скрытой форме.

В настоящее время описанный нами новый механизм управления научными исследованиями и разработками переходит к практической реализации. В различных организациях, ФОИВ-ах и отраслях российской промышленности «готовностный подход», разработанный на теоретическом уровне российским экспертным сообществом (см., например, работы [10-25]), внедряется по принципу формирования «снизу», в виде подзаконных актов, методических и нормативно-технических документов.

В России начинает формироваться система оценки УГТ как важный элемент системы управления созданием новых технологий и наукоёмкой продукции. Формирование системы уже вышло на правительственный уровень (в середине 2018 года принят правительственный акт [1]). Задействованы такие ФОИВ-вы как Минэкономразвития, Минпромторг и Минобрнауки, отвечающие за научное, научно-техническое, технологическое, производственное и инновационное развитие российской экономики, за научно-технический и производственно-технологический суверенитет [19], а также ведущие предприятия, госкорпорации и государственные научные центры. К настоящему времени приняты несколько нормативно-технических документов и

---

<sup>1</sup> См., например, ГОСТ РВ 15.203-2001. Система разработки и постановки продукции на производство. Военная техника. Порядок выполнения опытно-конструкторских работ по созданию изделий и их составных частей. Основные положения.

подзаконных актов, раскрывающих проблематику и основное содержание шкал (моделей) оценки УГТ, уровня готовности технологий к интеграции, уровня готовности системы, уровня производственной готовности (УПГ), а также их использование при оценке технологического развития отдельных отраслей российской промышленности, прогнозировании и программно-целевом планировании, в том числе расходов по государственным и федеральным целевым программам. Это такие документы как:

1) Постановление Правительства РФ от 26.06.2018 N 733 «Об утверждении Правил предоставления субсидий из федерального бюджета российским организациям на возмещение части затрат на выполнение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по приоритетным направлениям развития авиационной промышленности» [1];

2) Методические рекомендации по сопоставлению уровня технологического развития и значений ключевых показателей эффективности акционерных обществ с государственным участием, государственных корпораций, государственных компаний и федеральных государственных унитарных предприятий с уровнем развития и показателями ведущих компаний-аналогов [2];

3) Методические рекомендации по подготовке исходных данных для разработки и корректировки прогноза научно-технологического развития Российской Федерации, а также по формированию его сценарных условий [3];

4) Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 15 апреля 2014 г. N 318 г. Москва «Об утверждении порядка и методики проведения экспертной оценки соответствия технологий производства продукции (работ, услуг) гражданского назначения мировому уровню развития науки и техники, формы экспертного заключения о проведении публичного технологического аудита инвестиционных проектов, а также положения о классификации технологий производства продукции (работ, услуг) гражданского назначения, в том числе в целях их параметрического сопоставления с зарубежными аналогами, подлежащих учету в порядке, установленном Правительством Российской Федерации для государственного учета результатов научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ гражданского назначения» [4];

5) Методика определения уровней готовности технологии в рамках проектов федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 – 2020 годы» [5];

6) ГОСТ Р 56861-2016 Система управления жизненным циклом. Разработка концепции изделия и технологий. Общие положения [6];

7) ГОСТ Р 57194.1-2016 Трансфер технологий. Общие положения [7];

8) ГОСТ Р 58048-2017 Трансфер технологий. Методические указания по оценке уровня зрелости технологий [8];

В космической сфере принят и используется в повседневной деятельности Роскосмоса международный стандарт:

9) ISO 16290:2013 Космические системы. Определение уровней и критериев оценки технологической готовности (TRL) космических систем и их элементов [9].

Подытоживая следует отметить, что модель оценки УГТ позволяет осуществлять как регулирование процесса создания технологий, составляющих постоянно обновляемый научно-технический задел (НТЗ), так и регулирование процесса создания инновационного продукта (в том числе образца АТ), создаваемого из технологий с высоким УГ. Оценка УГТ и принятие решения о доработке технологий – это не единовременный акт, а постоянный процесс создания требуемого НТЗ, структурированный этапами в соответствии с концепцией оценки УГТ.

Анализируя содержание и правовой статус документов [1-9], следует отметить, что они, в соответствии с российской правовой доктриной, относятся к подзаконным актам. Они все должны что-то конкретизировать, устанавливая четкие правила применения некоего нормативного правового акта (НПА), федерального закона (ФЗ), но его пока что нет, а его проект не обсуждается. В отсутствие такого акта всё нормотворчество в рассматриваемой важной сфере развития российской экономики выглядит разрозненным, не системным. Оно пока что не представляет собой иерархическую систему, свойственную российской правовой доктрине в её иерархии: ФЗ – указ Президента России – постановление Правительства России – ведомственный НПА – нормативно-технический документ.

Представляется, что выявленный недостаток отсутствия системности в нормативном закреплении модели оценки УГТ и других оценочных шкал является временным. Правовые и организационные основы методологии системы оценки УГТ, разработанные, в частности, экспертами [10-25], должны быть инкорпорированы в действующее российское законодательство, регулирующее управление научными исследованиями и разработками. Одновременно должны быть разрешены и другие проблемные вопросы развития системы оценки УГТ.



## **1. Развитие методологии системы оценки уровня готовности технологии и других объектов оценки**

Прежде всего, следует отметить, что до сих пор проблемным остаётся закрепление некоторых терминов на законодательном уровне. Российским парламентариям и экспертному сообществу до сих пор не удаётся согласовать и законодательно закрепить понятие «технология» и другие «инновационные» термины. Во вновь принятых ГОСТах [6-8] даны определения, относящиеся к применению конкретно этих стандартов.

Управленческий механизм «готовностный подход» сейчас заимствуется как передовая практика западной школы менеджмента. Однако следует учитывать, что данная практика создавалась не одно десятилетие. Создавалась в другой ценностной и правовой среде, бизнес климате. «Готовностный подход» используется в национальной квазиустойчивой управленческой системе – единстве взаимодействующих управленческих ноу-хау, одним из которых и является заимствуемый управленческий метод [22].

В принципе, ничто из перечисленного не может быть основанием для отказа от использования продуктивного управленческого механизма. Однако новый метод – заимствуемый механизм – должен быть предельно ясен, как по существу, так и по практике применения. Он должен привноситься на подготовленную почву. Должны быть готовы специалисты, нормативная правовая база и организационно-управленческая структура, в которую инкорпорируется заимствуемый метод [22].

В работах [10-13, 15, 16], подготовленных ведущими экспертами в области управления разработками в авиационной и оборонной сферах, сущность методологии «готовностного подхода» не раскрывается. Нет глубокого анализа понятийного аппарата, методологических подходов и принципов, методов формирования оценочных шкал и оперирования ими. Приводятся только названия и содержание различных шкал оценки готовности. Именно они и закреплены в документах [1-9]. Частично проблема решается проработками [14, 19, 21, 22, 24], однако и этого может оказаться недостаточно. Целесообразно восполнить эти недостатки, проведя дополнительные исследования.

## **2. Оформление управленческого механизма – института оценки УГТ (и других шкал – моделей оценки) в виде правовой иерархической системы**

Как уже было отмечено нами выше, документы [1-9] пока что не представляют собой иерархическую систему, опосредующую в себе всю методологию «готовностного подхода». Например, в отсутствие единого подхода, формирующего иерархическую правовую систему, следует ожидать принятия массы документов, аналогичных [1, 5], по каждой из государственных программ (ГП). Однако, если документы будут идентичными, то следовало бы все-таки подготовить единый порядок/методику и распространить его

сразу на все ГП. В противном случае правовые подходы к управлению каждой ГП будут хоть в чём-то различаться, что будет размывать правовое единство, устанавливая двойные, тройные и т.д. стандарты.

Развивая мысль о правовом единстве, следует отметить, что система оценки УГТ должна распространяться не только на авиационную науку и авиационную промышленность. В промышленности происходит военно-гражданская интеграция. А предприятия ОПК являются локомотивом экономики, важнейшим драйвером экономического роста и инновационного процесса. И одна из главных задач государственной промышленной политики – сформировать механизм более эффективного перелива научно-технических достижений между военным и гражданским секторами. Технологической основой военно-гражданской интеграции должны стать технологии и, в частности, технологии двойного назначения (ТДН) [23].

Принципу единства должны быть подчинены понятийная база системы оценки УГТ, формы документации, отражающей результат оценки УГТ, требования к условиям и параметрам оценки, оценивающим специалистам. Результаты оценки УГ разными ведомствами, организациями, индивидуальными предпринимателями должны признаваться на всей территории России во всех отраслях промышленности. Это важно для трансфера технологий, при инвестировании, при планировании распределения финансирования по государственным программам, при системной интеграции технологий.

В интересах формирования единой правовой иерархической системы, закрепляющей систему оценки УГТ и УПГ, можно рекомендовать к принятию следующие поправки в действующее законодательство и подзаконные акты.

Систему УГТ необходимо «легализовать» путем внесения соответствующих изменений и дополнений в Федеральный закон от 23 августа 1996 г. N 127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике». В том числе:

1) Статью 2. «Основные понятия...» данного федерального закона необходимо дополнить понятиями «технология» и «уровень готовности технологии».

2) Главу III. «Организация и принципы регулирования научной и (или) научно-технической деятельности» необходимо дополнить положениями о «системе оценки уровня готовности технологии» и по «организации деятельности по сертификации и лицензированию оценочной деятельности в рамках системы оценки УГТ».

3) Главу IV. «Формирование и реализация государственной научно-технической политики» необходимо дополнить положениями о «правилах оценки УГТ», отнеся,

возможно, эти функции к ведению Правительства Российской Федерации, которое должно разработать и утвердить соответствующий порядок.

Систему УПГ необходимо «легализовать» путем внесения соответствующих изменений и дополнений в Федеральный закон от 31 декабря 2014 г. N 488-ФЗ «О промышленной политике в Российской Федерации». В том числе:

1) дополнить определениями: «производственная готовность», «уровень производственной готовности»;

2) дополнить положениями о «системе оценки уровня производственной готовности» и по «организации деятельности по сертификации и лицензированию оценочной деятельности в рамках системы оценки УПГ»;

3) дополнить положениями о «правилах оценки УПГ», отнеся, возможно, эти функции к ведению Правительства Российской Федерации, которое должно разработать и утвердить соответствующий порядок.

В связи с началом применения УТГ и УПГ в авиационной сфере необходимо дополнить Федеральный закон от 8 января 1998 г. № 10-ФЗ «О государственном регулировании развития авиации» соответствующими положениями:

1) Статью 1. «Основные понятия» нужно дополнить определениями: «авиационная технология», «система оценки уровня готовности авиационных технологий», «уровень готовности производства авиационной техники».

2) Статью 2. «Цели государственного регулирования развития авиации» нужно дополнить новой целью: «создание системы оценки уровней готовности авиационных технологий и уровней готовности производства авиационной техники».

3) Статью 4. «Полномочия Правительства Российской Федерации в области развития авиации» нужно дополнить новым полномочием по установлению «порядка оценки уровней готовности авиационных технологий и уровней готовности производства авиационной техники».

4) Статью 5. «Полномочия федеральных органов исполнительной власти в области развития авиации» нужно дополнить такими новыми полномочиями как:

«организуют сертификацию деятельности по оценке уровней готовности авиационных технологий и уровней готовности производства авиационной техники»;

«обеспечивают в установленном порядке лицензирование деятельности по оценке уровней готовности авиационных технологий и уровней готовности производства авиационной техники»;

«осуществляют управление созданием научно-технического и производственно-технологического задела авиастроения на основе системы оценки уровней готовности авиационных технологий и уровней готовности производства авиационной техники».

В период, предвещающий законодательные изменения, правоотношения по вопросу введения в практику методологии оценки УГТ (и других шкал-моделей оценки УГ) могли бы регулироваться с помощью специального указа (набора указов) Президента России. Подобный указ должен вводить систему шкал оценки УГ, содержать все необходимые определения, содержать поручение Правительству России подготовить порядок проведения оценки и определить на постоянной основе содержание шкал оценки, поручение о проведении первичной оценки УГ и сроках исполнения всех поручений. Сейчас содержание шкал оценки УГ закреплены в ГОСТах [6-8], ответственность за несоблюдение которых по закону не преследуется.

Необходимы изменения в положения о Правительстве Российской Федерации, Минпромторге России и иных министерствах, при необходимости вводящие для них новые полномочия по «работе» с УГ и организации соответствующей оценочной деятельности.

Правительство России своим постановлением должно бы утвердить на постоянной основе содержание всех шкал оценки УГ, утвердить общий порядок проведения оценки, установить сроки действия оценочных документов и их примерную форму, порядок пересмотра оценок УГ в случае несогласия с оценкой хозяйствующих субъектов. Необходимо установление о том, что совершенствование готовности может быть осуществлено одним предприятием. Необходима оговорка о малом бизнесе.

Минпромторг России должен на основании постановления Правительства России и руководствуясь понятийным аппаратом методологии оценки УГ, содержащимся в федеральных законах и указах Президента России, подготовить детализированный порядок ведения оценочной деятельности с учётом отраслевых особенностей.

Инструментом оценки готовности технологий и ПТБ должны располагать генеральные конструкторы по созданию вооружения, военной и специальной техники (институт генеральных конструкторов по созданию вооружения, военной и специальной техники создаётся в соответствии с Указом Президента России от 19.01.2015 № 18 «О генеральном конструкторе по созданию вооружения, военной и специальной техники»), а также их аппарат.

Положение о генеральном конструкторе по созданию вооружения, военной и специальной техники необходимо дополнить положениями о системе оценки УГТ и УПП

(а также других шкалах из состава методологии оценки УГ) и полномочиями генеральных конструкторов по использованию этих шкал при принятии управленческих решений.

### **3. Процедура оценки и полномочия оценщиков**

ГОСТ Р 58048-2017 [8] устанавливает требования и порядок оценки УГТ принимающей стороной при её трансфере. Предполагается, что сторона, рассматривающая некую технологию желательной для системной интеграции в разрабатываемый ею проект сложной технической системы – СТС (например, образец АТ), должна провести независимую оценку принимаемой технологии (производственного процесса). Оценка должна провести экспертная комиссия путём заполнения специальных опросников (и с помощью калькуляторов [13]), содержание которых достаточно подробно приведено в ГОСТе.

Практически все положения ГОСТ Р 58048-2017 ориентированы на поддержку принимающей стороны. Что же касается «проведения самооценки» технологии (производства), то данный вопрос в [8] освещен очень скупо. Освещен не напрямую, а через рекомендации для экспертной комиссии принимающей стороны по перечню документов, которые необходимо запросить, а впоследствии принять к сведению.

Представляется, что права и обязанности передающей стороны прописаны и защищены недостаточно. В ГОСТ Р 58048-2017 отсутствует освещение таких вопросов, как и какой административный (научный) орган организации – передающей стороны осуществляет первичную оценку УГТ (УПГ). Этот орган может быть как единоличным, так и коллегиальным (некая экспертная комиссия, научно-технический совет, ассоциация производителей, технологическая платформа, например). Может быть как временным, так и постоянно действующим. Решения о прохождении технологией определённого УГ должны оформляться специальным документом – актом или протоколом. Разработчик технологии должен быть наделён презумпцией добросовестности при оценке УГТ. Должен быть предусмотрен механизм обжалования решения сторон трансфера.

### **4. Передача, трансфер и коммерциализация эволюционирующих технологий**

В дополнение к предыдущему пункту перечня проблемных вопросов следует упомянуть о проблеме передачи не просто технологии, а технологии, эволюционирующей во времени.

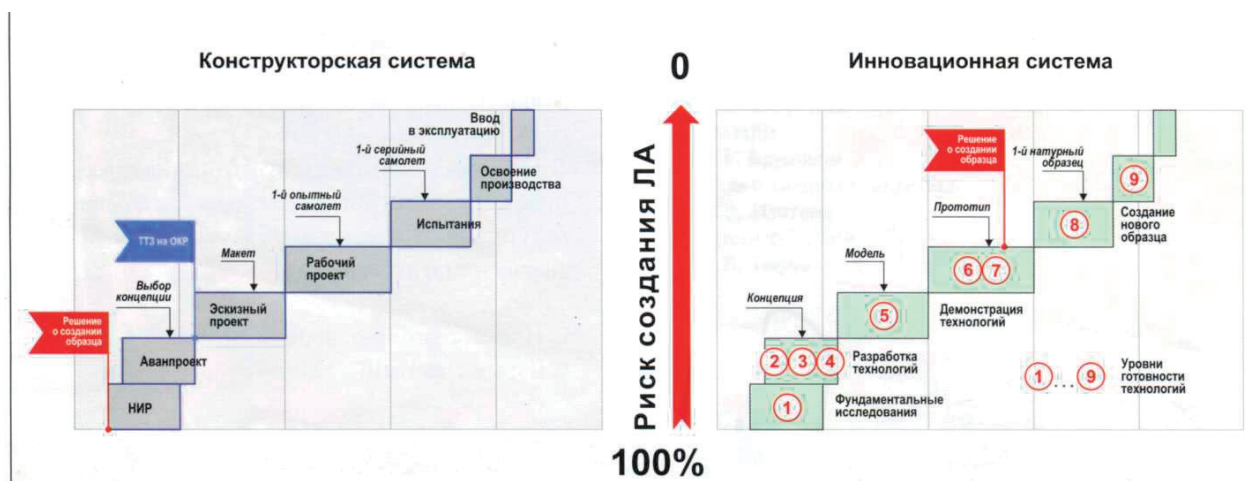
Во-первых, какие права имеет первоначальный разработчик, автор, основной спонсор, вторичный и т.д. разработчик? Утрачивают ли они свои права после передачи

технологии в организацию – системный интегратор или они могут продолжать свои собственные изыскания по увеличению зрелости технологии и её системной интеграции?

Во-вторых, что передаётся? Самая зрелая версия технологии? Как нужно реагировать на желание контрагента приобрести не наиболее зрелую версию разрабатываемой  $i$ -й технологии, с уровнем готовности  $УГТ_N^i$ , а технологию с  $УГТ_{N-1}^i$  или с  $УГТ_{N-2}^i$  и довести её до готовности самостоятельно?

## 5. Стыковка системы оценки УГТ с действующей системой организации работ и отраслевыми нормативно-техническими документами

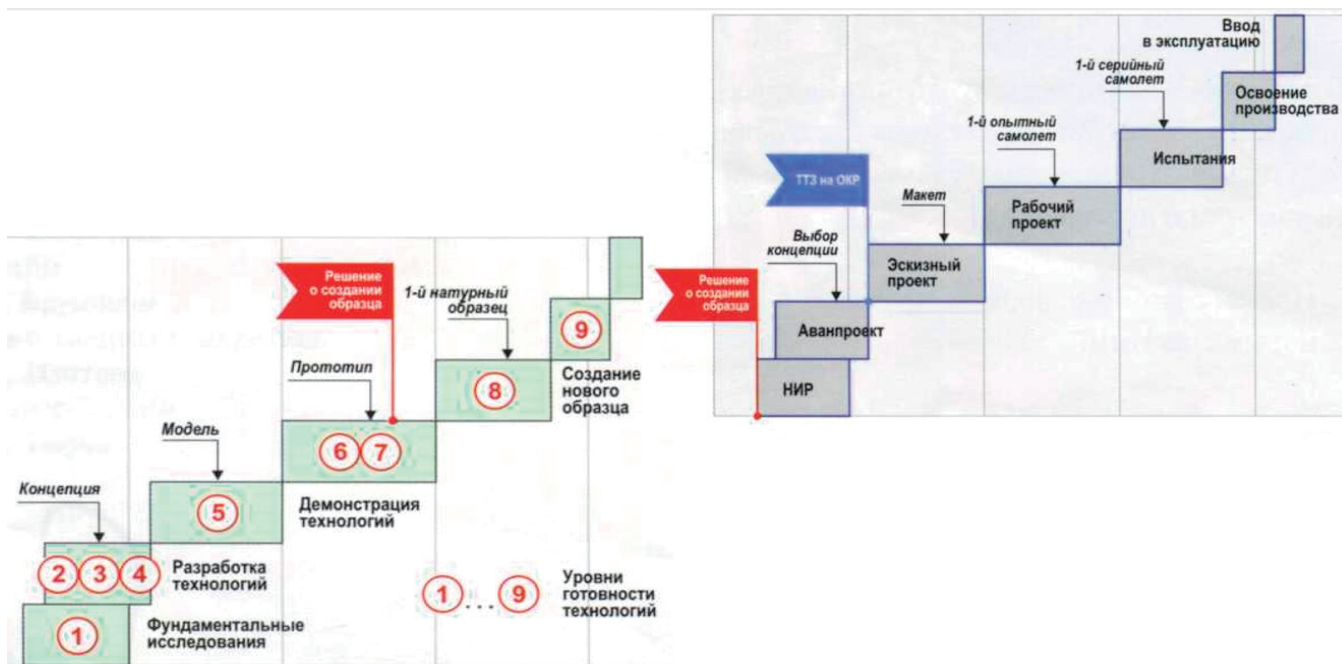
Рассматривая вопрос инкорпорации системы оценки УГТ в российскую систему разработки СТС (образцов АТ), следует отметить два возможных подхода. Это либо противопоставление «конструкторской» и «инновационной» систем разработки образца, см. рис. 2 [10]. Либо совмещение этих двух систем путём «наращивания спереди» российской «конструкторской системы» западной «инновационной системой» с возникновением новой единой «инновационно-конструкторской системы» разработки СТС (образцов АТ) [24], см. рис. 3.



**Рис. 2.** Последовательность этапов разработки АТ, принятая в России и принятая на Западе

Необходимо внести изменения, «прописывающие» систему оценки УГТ в Положении о создании АТ военного назначения и АТ специального назначения.

Необходимо внести изменения, «прописывающие» систему оценки УГТ в государственные стандарты, помимо рассматриваемых [6-8]. Например, в ГОСТ РВ 15.203-2001.



*Рис. 3. Перспективная совмещенная система этапов создания АТ*

## 6. Обязательность использования системы оценки УГТ и других шкал оценки

Продолжая раскрывать вопрос стыковки системы оценки УГТ с действующей системой организации проектных работ, следует оттенить вопрос обязательности использования системы оценки УГТ и других шкал оценки. Тут возможны три варианта. Либо отмена старой «конструкторской системы» и замена её новой «инновационной системой» с законодательным обязыванием всех ей следовать. Либо сосуществование этих двух систем при их равнозначности и равноприменимости. Либо отмена внедрения обсуждаемого управленческого механизма «готовностный подход», несмотря на то, что процесс его внедрение уже начался, см. [1-9].

## 7. Информационная поддержка

Говоря об информационной поддержке, следует затронуть два её аспекта.

Во-первых, необходимо широкое информирование научной общественности, разработчиков и производителей о внедряемом новом управленческом механизме. Необходима наработка статистики об эволюции конкретных технологий в соответствии с системой оценки УГТ и её представление экспертному сообществу.

Во-вторых, необходимо создание новой базы данных (БД) федерального уровня о технологиях и уровнях их готовности. Такая БД должна дополнить существующие информационные ресурсы по результатам НИОКР, по РИД и т.п. БД должна иметь открытую и закрытую части с разграничением доступа.

Каждая технология должна сопровождаться архивными записями (в предлагаемой к созданию БД) о своём эволюционировании. Это как минимум 9 протоколов/актов, подтверждающих успешное прохождение технологией каждого УГ.

Сопутствующим является вопрос о включении в БД информации обо всех научных публикациях. Сейчас такая информация применительно к России содержится в БД РИНЦ. Должна ли такая информация заноситься в БД об УГТ автоматически? Или её вручную должен заносить разработчик технологии? Но с какого УГТ он начнёт заполнять БД? С момента получения охраноспособного результата? Но общемировой тенденцией сейчас является беспатентная форма охраны – в виде ноу-хау?

## **8. Изменение системы государственной статистики**

Необходимым условием конкурентоспособности российских компаний на глобальных рынках, обеспечения высокого экономического роста и реализации научно-технического и производственно-технологического суверенитета [20] является эффективное использование результатов научных исследований и разработок в реальном секторе экономики. Приоритет государственной политики – создание системы статистического наблюдения как важнейшего инструмента системы государственного управления, обеспечивающего эффективную обратную связь в контуре управления реализацией приоритетных направлений, целей и задач государственной инновационной политики [18].

В связи внедрением в российскую практику разработки СТС методологии УГТ необходимы изменения в государственной статистике. Сейчас все расходы на технологическое развитие не привязаны к процессу эволюционирования технологий. Учитываются затраты на фундаментальную науку, на НИОКР и т.д., но не повышение зрелости технологий.

## **9. Учётная политика**

Немаловажным является вопрос учётной политики. В настоящее время на бухгалтерский учёт (предприятие) и бюджетный учёт (государство) ставится разработанная технология. Но как на учёт будет ставиться эволюционирующая технология?

Каждый раз как новая – с заменой менее готовой? Или будет оформляться некое «дополнение»? Тогда как такое «дополнение» должно «выглядеть»? Или будет ставиться всё? Но тогда на учёте в пределе могут быть 9 версий одной и той же технологии?

Казалось бы, первый вариант предпочтительнее всего. Однако всё далеко не так просто. Чиновник разбираться скорее всего не будет. Сравнить две версии технологии на



уровне макета и на уровне прототипа, например, ему сложно. Будет отдан приказ ставить на учёт всё, а там разберёмся.

## 10. Финансирование

Следующим важным вопросом является вопрос финансирования, его объёмах и его источниках. Для успешного развития системы оценки УГТ необходимо финансирование разработки и внедрения системы оценки УГТ и других оценочных шкал, первичной оценки всех ранее созданных технологий и производств, мероприятий по повышению УГТ.

Финансирование мероприятий по повышению УГТ, в соответствии с российской практикой, должно осуществляться, в частности, из ГП. Данный порядок менять не целесообразно. Однако сами принципы финансирования должны быть кардинально изменены. Так, если до введения системы оценки УГ финансирование выделялось на «разработку технологий», то теперь оно должно выделяться на повышение УГ с  $УГТ_N^i$  до  $УГТ_{N+1}^i$ . Администраторы расходов должны чётко представлять, на что выделяются бюджетные средства.

Возможны разные подходы к распределению долевого финансирования проектов между государством и бизнесом. Так, в соответствии с классическим вариантом, применяемым в развитых странах, первые 5 УГТ относятся к области ответственности науки и, соответственно, финансируются из бюджета. Подключение бизнес-финансирования начинается лишь с УГТ 6. Полностью же область ответственности перемещается с науки на промышленность и, соответственно, с финансирования за счет бюджета на финансирование за счет бизнеса, начиная с УГТ 7 [10, 25].

Между тем, в соответствии с методикой [5], уже начиная со УГТ 2, начинают подключаться внебюджетные средства, и к УГТ 5 соотношение бюджетного и внебюджетного финансирования становится 50:50. На УГТ 7 за счет внебюджетных средств предполагается финансирование 70% проводимых исследований.

При разработке подобного рода методик следует иметь ввиду различие условий, в которых ведутся исследования и разработки в различных областях науки. Очевидно, например, что изготовление опытного образца АТ существенно отличается от аналогичной процедуры в легкой промышленности. Соотношение бюджетного и внебюджетного финансирования для разных отраслей должно различаться.

В связи с началом применения системы оценки УГТ в авиационной сфере целесообразно рассмотреть вопрос дополнения Федерального закона от 8 января 1998 г. № 10-ФЗ «О государственном регулировании развития авиации» соответствующими

Статью 9. «Государственная поддержка развития авиации» необходимо дополнить положением о том, что «государственная поддержка развития авиации осуществляется путем:

бюджетного финансирования разработки военных авиационных технологий с уровнями их готовности от 1 до 9 включительно;

бюджетного финансирования разработки гражданских авиационных технологий с уровнями их готовности от 1 до 6 включительно;

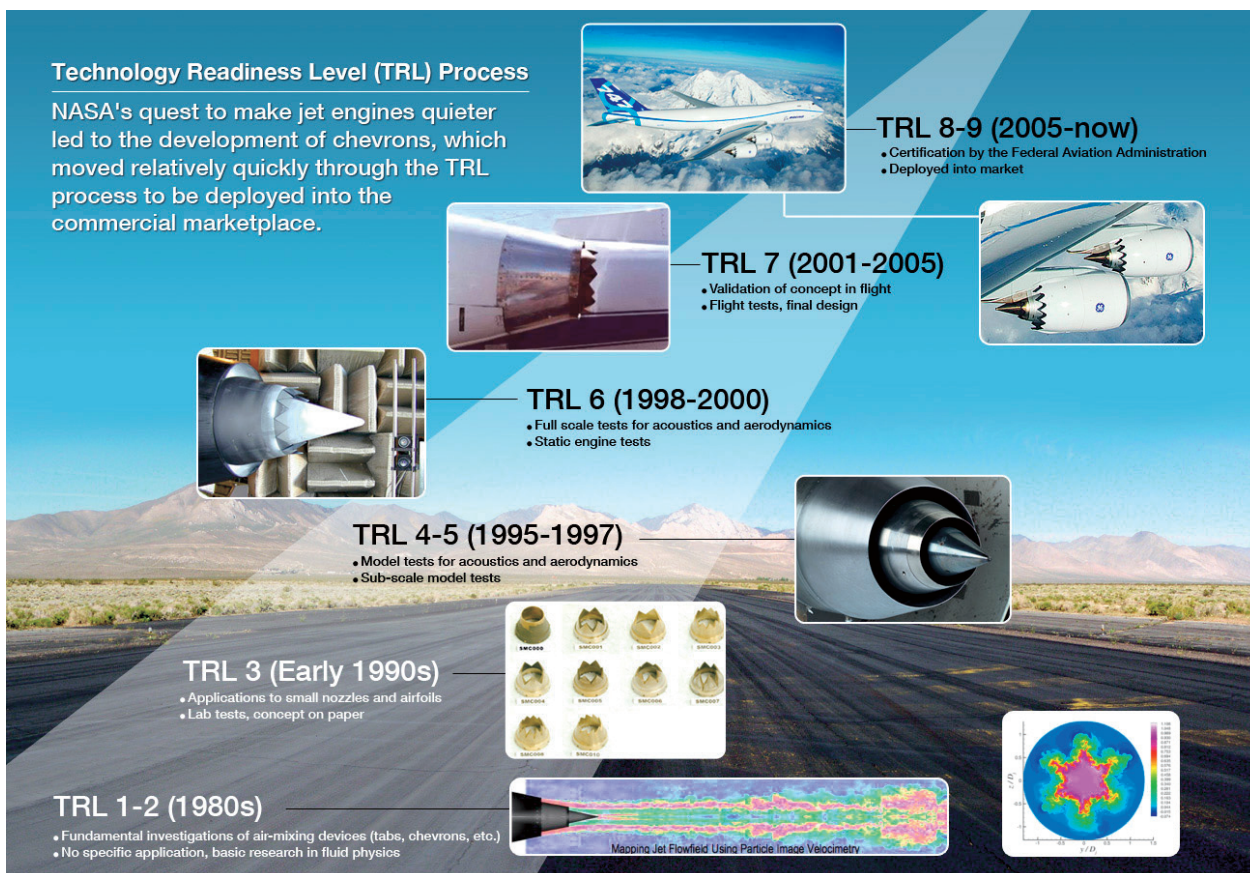
бюджетного финансирования создания производства военной АТ с уровнями их готовности от 1 до 10 включительно;

бюджетного финансирования создания производства гражданской АТ с уровнями их готовности от 1 до 7 включительно.».

## **11. Планирование развития технологий**

Если следовать равномерному годовому планированию, то на доведение идеи новой технологии (при достаточном и ритмичном финансировании) до рыночного продукта уйдёт 9 лет. Необходимо скользящее планирование и разработка, когда новый доводочный этап  $УГТ_{N+1}^i$  начнётся сразу же, а не с нового года.

Разработка многих технологий затягивается на десятилетия, см. иллюстрацию данного тезиса на рис. 4. Возникает вопрос, из каких средств должны финансироваться многолетние исследования и как планироваться.



*Рис. 4. Иллюстрация процесса разработки технологии длительностью в 25 лет*

## 12. Соотнесение системы оценки УГТ с существующими режимами правовой охраны РИД

В связи с началом рассмотрения технологий как эволюционирующих объектов, интересен вопрос выбора их правовой охраны по этапам их существования. Так, на УГТ 1 технология существует в виде идеи, перечня принципов, опубликованных в научной статье, то есть охраняется авторским правом. На каком этапе технология переходит в объекты патентного права (изобретения, полезные модели, промышленные образцы, единые технологии)? Возможно появление целых «патентных цепочек», когда одна и та же технология по мере своего «созревания» получает дополнительные формы правовой охраны. Возникает проблема выбора способа правовой охраны, ведь разные объекты патентного права имеют разные сроки правовой охраны.

Подводя итог сказанному, следует отметить, что описанная система оценки УГТ может стать эффективным механизмом управления научными исследованиями и разработками. Модель оценки УГТ позволит осуществлять управление процессом создания технологий благодаря чёткому пониманию того, на каком уровне готовности находится некая  $i$ -я технология в настоящее время, какой технический риск она имеет, возможна ли её системная интеграция, какие следующие этапы она должна преодолеть.

Реализация данной модели позволит сформировать программу разработки технологий (или «дорожную карту»), позволяющую, в свою очередь, отслеживать эволюцию как одной технологии, так и их совокупности.

Сформирован перечень вопросов, требующих дальнейшей проработки.

## **Литература**

1. Постановление Правительства РФ от 26.06.2018 N 733 «Об утверждении Правил предоставления субсидий из федерального бюджета российским организациям на возмещение части затрат на выполнение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по приоритетным направлениям развития авиационной промышленности». // СЗ РФ от 2 июля 2018 г. N 27 ст. 4086.
2. Методические рекомендации по сопоставлению уровня технологического развития и значений ключевых показателей эффективности акционерных обществ с государственным участием, государственных корпораций, государственных компаний и федеральных государственных унитарных предприятий с уровнем развития и показателями ведущих компаний-аналогов. // <http://economy.gov.ru/minec/about/structure/depino/201811013>.
3. Методические рекомендации по подготовке исходных данных для разработки и корректировки прогноза научно-технологического развития Российской Федерации, а также по формированию его сценарных условий». // Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 13 ноября 2015 г. N 1335.
4. Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации (Минобрнауки России) от 15 апреля 2014 г. N 318 г. Москва «Об утверждении порядка и методики проведения экспертной оценки соответствия технологий производства продукции (работ, услуг) гражданского назначения мировому уровню развития науки и техники, формы экспертного заключения о проведении публичного технологического аудита инвестиционных проектов, а также положения о классификации технологий производства продукции (работ, услуг) гражданского назначения, в том числе в целях их параметрического сопоставления с зарубежными аналогами, подлежащих учету в порядке, установленном Правительством Российской Федерации для государственного учета результатов научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ гражданского назначения».
5. Методика определения уровней готовности технологии в рамках проектов федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным

направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 – 2020 годы». // утв. Минобрнауки России 11.07.2017 г. № ГТ-57/14вн.

6. ГОСТ Р 56861-2016 Система управления жизненным циклом. Разработка концепции изделия и технологий. Общие положения. // Официальное издание. М.: Стандартиформ, 2017.

7. ГОСТ Р 57194.1-2016 Трансфер технологий. Общие положения // Официальное издание. М.: Стандартиформ, 2016.

8. ГОСТ Р 58048-2017 Трансфер технологий. Методические указания по оценке уровня зрелости технологий. // Официальное издание. М.: Стандартиформ, 2018.

9. ISO 16290:2013 «Космические системы. Определение уровней и критериев оценки технологической готовности (TRL) космических систем и их элементов». // Международный (зарубежный) стандарт.

10. Алёшин Б.С. О новой концепции организации научных работ. // Новости ЦАГИ, № 5(85), 2010.

11. Ахметова И.А., Баширова А.Г., Брутян М.М. Проблемы экономики и управления предприятиями, отраслями, комплексами: монография. Книга 27. Под общ. ред. С.С. Чернова. – Новосибирск: Издательство ЦРНС, 2015.

12. Буренок В.М., Ивлев А.А., Корчак В.Ю. Развитие военных технологий XXI века: проблемы, планирование, реализация. –Тверь: Изд-во ООО «Купол», 2009.

13. Дмитренко И.П., Криворученко В. С. Калькулятор готовности технологий (TR) // Материалы IV Международной научно-практической конференции «Общество, наука, инновации». –М. 2015.

14. Жеребин А.М., Попов В.А., Сливицкий А.Б. О методологии оценки уровня производственной готовности. // В сборнике: Моделирование авиационных систем. Сборник тезисов докладов. Председатель Организационного и Программного комитетов конференции С.Ю. Желтов. – М. ФГУП «ГосНИИАС», 2018. С.30-33.

15. Клочков В.В., Николенко В.Ю. Современная организация создания авиатехники: монография. – М.: ФГБОУ ВПО МГУЛ, 2013.

16. Скибин В.А., Солонин В.И. Современная методология. // Машиностроение. Энциклопедия. Самолеты и вертолеты. Т. IV-21. Авиационные двигатели. Кн.3 / В.А. Скибин, В.И. Солонин, Ю.М. Термис и др.; под ред. В.А. Скибина, Ю.М. Термиса и В.А. Сосунова. –М.: Машиностроение, 2010.

17. Сливицкий А.Б. Актуальные проблемы введения в хозяйственный оборот результатов интеллектуальной деятельности. // Межотраслевая информационная служба, №3, 2014.

18. Сливицкий А.Б. Анализ проблемных вопросов и направления совершенствования системы показателей статистики инноваций. // Инновационное развитие российской экономики: материалы X Международной научно-практической конференции. 25-27 октября 2017 г.: в 5т. –М.: ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г.В. Плеханова», 2017. Т.3. С.275-279.
19. Сливицкий А.Б. Концепция оценки уровня готовности технологий, производств как механизм формирования единого инновационно-технологического пространства. // Россия: тенденции и перспективы развития. Ежегодник. Вып. 12. / РАН. ИНИОН. Отд. науч. сотрудничества; Отв. ред. В.И. Герасимов. –М., 2017. Ч.1. С.618-624.
20. Сливицкий А.Б. Некоторые вопросы научно-технического и производственно-технологического суверенитета России. // В сборнике: Проблема суверенности современной России Материалы Всероссийской научно-общественной конференции. Центр научной политической мысли и идеологии. 2014. С. 571-579.
21. Сливицкий А.Б. Основные требования к системе процессного управления научно-инновационным развитием. // Россия: тенденции и перспективы развития. Ежегодник. Вып. 12 / РАН. ИНИОН. Отд. науч. сотрудничества; Отв. ред. В.И. Герасимов. – М., 2017. Ч.3. С.262-268.
22. Сливицкий А.Б. Принципы методологии оценки уровня производственной готовности. // Россия: тенденции и перспективы развития. Ежегодник. Вып. 12 / РАН. ИНИОН. Отд. науч. сотрудничества; Отв. ред. В.И. Герасимов. –М., 2017. Ч.2. С.521-529.
23. Сливицкий А.Б. Проблемные вопросы научно-технологического развития: трансфер технологий двойного назначения. // В сборнике: Россия: тенденции и перспективы развития. Ежегодник. ИНИОН РАН. 2017. С. 421-427.
24. Сливицкий А.Б. Система уровней готовности технологий как оптимальная модель организации и финансирования процесса создания научно-технического задела в российской промышленности. // Россия: тенденции и перспективы развития. Ежегодник. Вып. 11. / РАН. ИНИОН. Отд. науч. сотрудничества; Отв. ред. В.И. Герасимов. –М., 2016. Ч.3. С.461-469.
25. Сливицкий А.Б. Совершенствование инструментария выбора государственных приоритетов, механизмов разработки и реализации стратегий инновационного развития. // Регионы Евразии: стратегии и механизмы модернизации, инновационно-технологического развития и сотрудничества. Тр. Первой междунар. научн.-практ. конф. / РАН. ИНИОН. Отд. науч. сотр. и междунар. связей; отв. Ред. Ю.С. Пивоваров. – М. – 2013. – С.270-278.

**Секция 2. Управление развитием научных организаций и  
структурой науки  
(модератор – М.В. Губко, заместитель директора по научной работе ИПУ  
РАН)**

# **Исследования структуры научного сообщества на основе семантического анализа: выявление и кластеризация центров компетенций и тематик**

*Кузьминов И. Ф., кандидат наук, старший научный сотрудник. Заведующий отделом информационно-аналитических систем Института статистических исследований и экономики знаний.*  
[ikuzminov@hse.ru](mailto:ikuzminov@hse.ru)

*Бахтин П. Д., заместитель заведующего отделом информационно-аналитических систем Института статистических исследований и экономики знаний*  
[pbakhtin@hse.ru](mailto:pbakhtin@hse.ru)

*Незнанов А. А., кандидат наук, доцент, старший научный сотрудник Международной научно-учебной лаборатории интеллектуальных систем и структурного анализа,*  
[aneznanov@hse.ru](mailto:aneznanov@hse.ru)

*Лобанова П. А., эксперт отдела информационно-аналитических систем Института статистических исследований и экономики знаний*  
[plobanova@hse.ru](mailto:plobanova@hse.ru)

*Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»*

## **Введение**

Изучение научных сообществ – значимое с социально-экономической точки зрения и весьма обширное направление исследований, включающее, в числе прочего, выявление, оценку и анализ носителей критических компетенций («центров компетенций»), которое сегодня претерпевает стремительные трансформации на фоне революции больших данных. За последние десятилетия сформировалась комплексная экосистема подходов, методологий и инструментов анализа структуры научных сообществ, включая как традиционные экспертные, статистические, библиометрические методы, так и подходы, основанные на технологиях анализа больших данных и искусственного интеллекта.

Цель данной работы – выработка нового эффективного подхода к выявлению, оценке и анализу центров компетенций, комбинирующего как традиционные методы, основанные на экспертном анализе, библиометрии, патентном анализе и иных подобных инструментах, так и на анализе больших данных, семантическом анализе и текст-майнинге. Актуальность работы связана с тем, что существующие на данный момент подходы и методическая инструментальная база для выявления и анализа центров компетенций не полны, не отвечают на все вопросы лиц, принимающих решения, или



устарели на фоне стремительно развивающихся технологий сбора, хранения и анализа больших данных.

Задачи работы:

- концептуализация понятия «центр компетенций» на основе обзора релевантных источников;
- формирование концептуальной модели идентификации центров компетенций как сущностей, имеющих определенные числовые характеристики;
- операциональное описание сформированной концептуальной модели идентификации центров компетенций и разграничение центров компетенций с другими классами сущностей;
- методика расчета центров компетенций.

## **1. Существующие подходы к изучению научных сообществ**

Хотя понятие «центр компетенций» в некоторой степени распространено в российском исследовательском дискурсе, в международном научном сообществе методология выявления центров компетенций лишь изредка обособляется от более общей методологии анализа социальных сетей (Social network analysis) [1-2]. По этой причине отсутствует единое и устоявшееся определение «центра компетенций», принятое международным исследовательским сообществом. В рамках данной статьи предлагается следующее концептуальное определение «центра компетенций» в контексте изучения научных сообществ: центром компетенций называют коллектив исследователей, публикующих научные статьи, совместно регистрирующих патенты и создающих иные результаты интеллектуальной деятельности, объединенные единой тематикой. Центры компетенций в рамках предлагаемого подхода являются частью научного сообщества, которое, помимо центров компетенций, может включать в себя работы, объединенные одной тематикой, но созданные разными авторами, и коллективы исследователей, создающие работы на несвязанные темы.

Одним из методов изучения научных сообществ является анализ штатной структурой организаций, в которых работают специалисты. С одной стороны, исследователи, работающие в одном месте, скорее будут сотрудничать друг с другом и делать совместные научные исследования. С другой стороны, работа в одной структурной единице не гарантирует, что группа обладает реальными уникальными компетенциями, чтобы решать сложные наукоемкие задачи. Более того, зачастую компетенции рождаются именно в неформальном сотрудничестве [3]. Помимо этого, внутренняя информация о

штатной структуре организаций в большинстве случаев недоступна, что делает данный подход неэффективным.

Другой метод изучения научных сообществ связан с анализом библиометрических данных. В рамках библиометрического подхода может рассматриваться соавторство в научных статьях или патентах [4-6]. На основе соавторства строится граф, который схематично отражает структуру изучаемых научных сообществ. Недостаток такого подхода заключается в том, что анализ исключительно соавторства научных публикаций и патентов не позволяет выявить тематические связи между обособленными учеными или группами исследователей, поэтому теряется понимание направления в целом.

Схожий способ изучения научных сообществ, который также основан на исследовании библиометрической информации, связан с анализом цитирования и социтирования одних и тех же работ [7-9]. Проблема применения такого способа состоит в том, что качественная информация о цитировании, категориях (Web of Science, Scopus и др.), гармонизированных авторских ключевых словах и других метаданных представлена только лучшими международными журналами. К тому же, библиометрическая информация зачастую неполноценна и зашумлена излишне большим количеством цитирований, что мешает выявлению основных из них.

Качественно иной способ исследования научных сообществ связан не с изучением библиометрической информации, а с анализом текстов научных статей, патентов и других работ на основе машинных методов [10-12]. Например, анализ текстов позволяет кластеризовать авторов и на основе этого определить центры компетенций. Один из недостатков такого подхода состоит в том, что полные тексты научных публикаций недоступны в 80-90%<sup>2</sup> случаев из-за лицензионных прав журналов и закрытых подписок на базы данных научного цитирования. Еще одна проблема исследования научных сообществ с помощью анализа текстов заключается в том, что один и тот же исследователь может быть представителем разных научных сообществ, посвящать научные статьи сразу нескольким темам и поэтому относиться сразу к нескольким центрам компетенций. Наконец, исследователи, которые занимаются одним направлением, могут использовать разную лексику и терминологию, что делает непригодными для анализа машинные алгоритмы, определяющие частоту встречаемости слов и не позволяющие анализировать смыслы, которые скрываются за лексикой.

---

<sup>2</sup> На основании опыта авторов доклада в обработке открытых данных

## 2. Методы и инструменты интеллектуального анализа данных

В рамках предлагаемого подхода источниками информации о научных сообществах являются данные Роспатента, российского индекса научного цитирования Science Index, патентной базы данных USPTO, базы научных публикаций Crossref и др. Первичный анализ данных указанных источников основан на естественно-языковой обработке текстов и обработке метаданных документов, включая внешние отраслевые онтологии.

Алгоритмы первичной естественно-языковой обработки включают в себя:

- сегментацию и токенизацию текстов;
- лемматизацию, стемминг, морфологический анализ;
- синтаксический анализ;
- распознавание терминов и именованных сущностей;
- анализ встречаемости.

Сегментация и токенизация – это процесс разбиения текста на минимальные значимые фрагменты – токены. С технологической точки зрения, токенизация представляет собой основное содержание лексического анализа. Важный аспект токенизации – обработка исходного текста в форматах с использованием языков разметки (синтаксической или семантической). Такой текст часто является результатом веб-скрепинга (web scraping). При использовании языка синтаксической разметки токенизатор удаляет служебные части текста: тэги, комментарии и т.п. При использовании языка семантической разметки токенизатор может дополнительно записывать метаданные текста в виде свойств токенов для передачи на уровень морфологического анализа и выше.

Лемматизация – это процесс группировки форм слова в единую сущность, а также определение принадлежности конкретной словоформы данной сущности, которая обычно называется леммой (нормальной формой). Точная лемматизация требует определения части речи, конкретного употребления словоформы и снятия омонимии. В русском языке считается нормальной формой:

- 1) существительного – именительный падеж, единственное число;
- 2) прилагательного – именительный падеж, единственное число, мужской род;
- 3) глагола, причастия и деепричастия – глагол в инфинитиве.

Стемминг – это редуцирование словоформы до основы, которая является канонической формой для всех словоформ леммы, но которая не обязательно идентична морфологической основе. Отсутствие полноценного учёта морфологии позволяет резко упростить алгоритм стемминга по сравнению с лемматизацией.

Синтаксический анализ позволяет определить связи между словами в предложении. Распознавание терминов и именованных сущностей основано на определении основных сущностных концептов в предложениях, а анализ совстречаемости дает возможность собрать информацию, достаточную для того, чтобы выявлять и кластеризовать тематики.

После первичной обработки текстов начинается этап машинного обучения – каждому слову присваивается числовой вектор таким образом, что близкие по смыслу термины представлены схожими числовыми векторами, косинусная близость которых стремятся к единице (угол между векторами стремится к нулю), а не похожие по смыслу термины – векторами, косинусная близость которых стремится к нулю (угол между векторами стремится к 90°). Эту задачу исследователи решают множеством методов, однако в рамках данной методологии предлагается алгоритм на основе сочетания технологий word2vec [13-14] и doc2vec [15], являющихся достаточно гибкими и позволяющих обучать не только термины, но и сами документы.

Иллюстративный, поясняющий пример по общей логике анализа представлен на рисунке 1.



Рис. 1 Иллюстративный пример по общей логике анализа (word2vec / doc2vec)

### 3. Алгоритм выявления научных сообществ

Основной задачей определения структуры научных сообществ в рамках предлагаемого подхода является кластеризация документов. Применение векторной модели дает возможность максимально точно сгруппировать тексты документов на основе

терминов, которые встречаются в этих документах. В свою очередь, точная группировка документов позволяет выявлять основные направления анализа. С помощью извлечения из этих направлений авторов и определяются основные центры компетенций.

Подходы к кластеризации могут различаться (от вероятностных и графовых до машинного обучения), но с точки зрения задачи последовательного формирования групп наиболее похожих документов подходит иерархическая кластеризация с усредненными значениями меры сходства на каждой новой итерации. При этом выбор меры сходства будет зависеть от того, какой вид научного сообщества необходимо выявить.

Чтобы оценить близость документов с максимальной точностью, совмещается библиометрический подход и подход, основанный на анализе смысла текстов с помощью присвоения терминам векторов – сочетается оценка косинусной близости двух документов и оценка документов по авторам.

Обе меры могут быть представлены в виде следующих формул:

<p>1. Косинусное сходство в 200-мерном векторном пространстве:</p> $\text{CosSim}_{A,B} = \frac{\sum_{i=1}^{n=200} (A_i * B_i)}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n=200} (A_i^2)} * \sqrt{\sum_{i=1}^{n=200} (B_i^2)}}, \text{ где}$ <p>A, B – два сравниваемых документа</p> <p><math>A_i</math> – <math>i^{\text{ое}}</math> значение вектора A в 200-мерном пространстве</p> <p><math>B_i</math> – <math>i^{\text{ое}}</math> значение вектора B в 200-мерном пространстве</p>	<p>2. Мера Жаккара в пространстве авторов:</p> $K_{1,-1} = \frac{n(A \cap B)}{n(A \cup B)}, \text{ где}$ <p>A, B – два сравниваемых документа</p> <p><math>n(A \cap B)</math> – число общих авторов</p> <p><math>n(A \cup B)</math> – число всех авторов</p>
---	--

Комбинация двух мер нивелирует недостатки каждого подхода и дает возможность получить взвешенную оценку. Таким образом, сводный показатель близости документов оценивается по формуле:

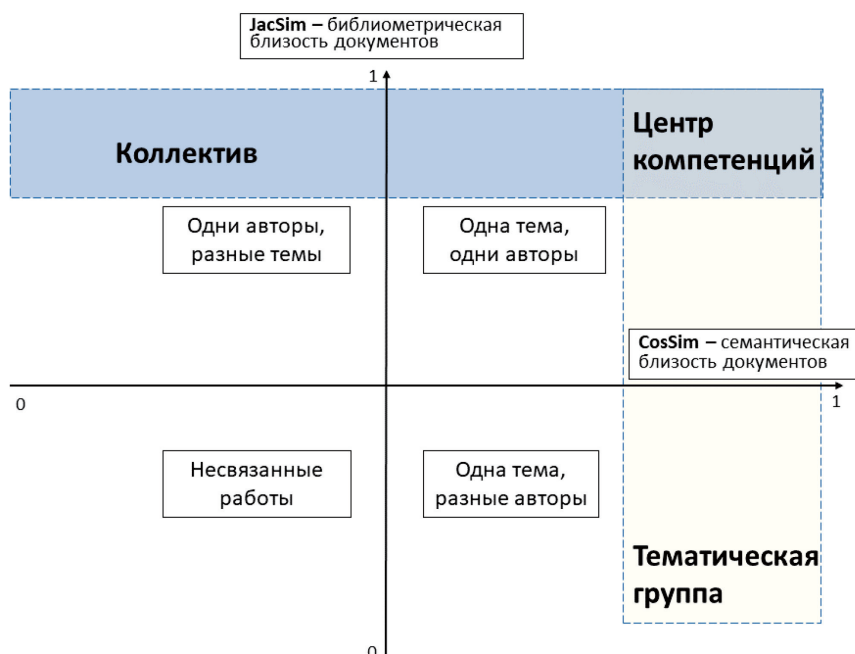
$$\text{DocSim} = F (\text{CosSim}_{A,B}, \text{JacSim}_{A,B}),$$

где:

- DocSim – сводный показатель близости документов;
- CosSim<sub>A,B</sub> – показатель семантической близости документов;
- JacSim<sub>A,B</sub> – показатель библиометрической близости документов.

Весы, с которыми нужно сочетать показатель семантической близости документов и показатель библиометрической близости документов, зависят от вида научного сообщества, который необходимо выявить, а также от предметной области (например, количество авторов в исследованиях Адронного коллайдера сильно зашумляет меру близости).

Предлагаемая коллективом авторов новая концептуальная модель анализа структуры научных сообществ на основе сочетания семантической и библиометрической близостей документов представлена на рисунке 2.



**Рис. 2** Модель анализа структуры научных сообществ на основе сочетания семантической и библиометрической близостей документов

Квадрант, представленный на рисунке 2, получен пересечением двух осей – оси CosSim (семантическая близость документов) и оси JacSim (библиометрическая близость документов). Значения, которые присваиваются парам документов (близость документа А и В с точки зрения семантики и библиометрии), раскладываются по частям квадранта, варьируются от нуля до единицы, где ноль означает минимальную близость документов по параметрам JacSim или CosSim, а единица – максимальную близость. В левом нижнем углу квадранта расположены несвязанные работы, близость которых по CosSim и по JacSim стремится к нулю – работы посвящены разным тематикам и созданы разными авторами. В левом верхнем углу квадранта расположены работы, созданные одними авторами, но на разные тематики. В правом нижнем – работы на одну тему, но написанные разными авторами. Наконец, правый верхний угол квадранта объединяет работы, созданные одними авторами на одну тему. Кластеризация документов на основе высоких мер семантической и библиометрической близости как раз позволяет выявить центры компетенций.

## Выводы

Постоянно совершенствующиеся методы семантического анализа и текст-майнинга создают новые возможности для интеллектуального анализа данных в сфере науки, технологий и инноваций, в частности открывают доступ к изучению структуры научных сообществ не традиционными методами, основанными на библиометрии или экспертном анализе, а машинными алгоритмами. Однако точность и качество использования как традиционных, так и новых семантических методов в значительной степени ограничены, и применение этих методов связано с рядом проблем. Поэтому для анализа структуры научных сообществ и выявления центров компетенций в рамках разработанного подхода видится оптимальным сочетать лучшие практики семантического анализа, машинного обучения и библиометрии, тем самым нивелируя проблемы, связанные с обособленным использованием этих методов.

Разработанная модель анализа структуры научных сообществ за счет сочетания семантики и библиометрии в значительной мере позволяет приблизиться к решению проблем исследований научных сообществ, перечисленных во введении:

- информация о цитировании, категориях, гармонизированных авторских ключевых словах и других метаданных и полные тексты, доступ к которым зачастую ограничен, становятся неважными, поскольку разработанная методология позволяет определять структуру научных сообществ на основе небольших объемов текстовых данных по каждому документу и преобразования этих документов и отдельных слов в векторы;
- анализ соавторства научных публикаций и патентов, не позволяющий выявить тематические связи между обособленными учеными или группами исследователей дополняется векторной составляющей методологии;
- преобразование слов и документов в векторный формат дает возможность выделять смысл каждого слова вне зависимости от лексики, использованной исследователями;
- наконец, за счет смещения фокуса кластеризации научных сообществ с авторов на документы (например, научные статьи или патенты) в рамках разработанного подхода один и тот же исследователь может быть отнесен к нескольким центрам компетенций.

Предметом дальнейших исследований будет создание метрик для оценки качества выявляемых центров компетенций и повышение точности методов исследования структуры научного сообщества на основе текст-майнинга за счет использования новейших методов расчета векторных представлений терминов и документов, таких как `sense2vec`, `sent2vec`, `paragraph2vec` и многих других.

## Литература

1. Breschi S., Catalini C. Tracing the links between science and technology: An exploratory analysis of scientists' and inventors' networks //Research Policy. – 2010. – Т. 39. – №. 1. – С. 14-26.
2. Fritsch M., Kauffeld-Monz M. The impact of network structure on knowledge transfer: an application of social network analysis in the context of regional innovation networks //The Annals of Regional Science. – 2010. – Т. 44. – №. 1. – С. 21.
3. Lawler III, E. E. (1994). From job-based to competency-based organizations. Journal of organizational behavior, 15(1), 3-15.
4. Balaban A., Klein D. Co-authorship, rational Erdős numbers, and resistance distances in graphs //Scientometrics. – 2002. – Т. 55. – №. 1. – С. 59-70.
5. Fischbach K., Putzke J., Schoder D. Co-authorship networks in electronic markets research //Electronic Markets. – 2011. – Т. 21. – №. 1. – С. 19-40.
6. Newman M. E. J. Coauthorship networks and patterns of scientific collaboration //Proceedings of the national academy of sciences. – 2004. – Т. 101. – №. suppl 1. – С. 5200-5205.
7. De Bellis N. Bibliometrics and citation analysis: from the science citation index to cybermetrics. – scarecrow press, 2009.
8. Greenberg S. A. How citation distortions create unfounded authority: analysis of a citation network //Bmj. – 2009. – Т. 339. – С. b2680.
9. Kajikawa Y. et al. Creating an academic landscape of sustainability science: an analysis of the citation network //Sustainability Science. – 2007. – Т. 2. – №. 2. – С. 221.
10. Alencar M. S. M., Porter A. L., Antunes A. M. S. Nanopatenting patterns in relation to product life cycle //Technological Forecasting and Social Change. – 2007. – Т. 74. – №. 9. – С. 1661-1680.
11. Ghazinoory S., Ameri F., Farnoodi S. An application of the text mining approach to select technology centers of excellence //Technological Forecasting and Social Change. – 2013. – Т. 80. – №. 5. – С. 918-931.
12. Kostoff R. N., Koytcheff R. G., Lau C. G. Y. Global nanotechnology research literature overview //Technological Forecasting and Social Change. – 2007. – Т. 74. – №. 9. – С. 1733-1747.
13. Mikolov, T., Chen, K., Corrado, G., & Dean, J. (2013). Efficient estimation of word representations in vector space. arXiv preprint arXiv:1301.3781.
14. Bojanowski, P., Grave, E., Joulin, A., & Mikolov, T. (2016). Enriching word vectors with subword information. arXiv preprint arXiv:1607.04606.



15. Le, Q., & Mikolov, T. (2014, January). Distributed representations of sentences and documents. In International Conference on Machine Learning (pp. 1188-1196).

## Концепция имитационного моделирования развития фундаментальной науки

*Кошкарева О. А., научный сотрудник Института проблем развития науки РАН, аспирант Института экономики РАН.*

[ksaniya@yandex.ru](mailto:ksaniya@yandex.ru)

- Скажите, пожалуйста, куда мне отсюда идти? – спросила Алиса

- Это во многом зависит от того, куда ты хочешь попасть,- ответил Чеширский Кот.

Льюис Кэрролл «Алиса в Стране чудес»

О необходимости большего внимания к прогнозированию и стратегическому планированию развития фундаментальной науки свидетельствует ряд статей, выступлений и законов, появившихся в последнее время [1-4 и ряд других]. При исследовании социально-экономических процессов можно выделить две принципиально разные позиции, с которых можно рассматривать происходящие изменения:

- с точки зрения «наблюдателя»: «наблюдатель» не может существенно воздействовать на исследуемый процесс, однако по какой-то причине ему важно понимать, что может произойти в будущем. Тогда при прогнозировании обычно выполняется построение возможных сценариев, описываются ключевые события, которые могут произойти и повлиять на дальнейшее развитие ситуации, и выявляются наиболее выгодные действия «наблюдателя», с тем чтобы разработать оптимальную стратегию поведения «наблюдателя» в меняющейся действительности. (Пример: деятельность одной из многих компаний на конкретном рынке в конкретной стране в условиях конкуренции)

- с точки зрения «проектировщика»: «проектировщик» может оказывать существенное влияние на развитие процесса, т.е. очевидно существуют объективные ограничения, преодолеть которые затруднительно, но внутри этих ограничений ситуация напрямую зависит от принятых ранее решений «проектировщика». (Пример: государство определяет политику, проводимую в стране). Тогда можно говорить не столько о прогнозировании, сколько о проектировании и планировании протекающих процессов. В таких случаях следует определить имеющиеся ограничения, описать текущую ситуацию и желаемые цели. Далее определяют шаги, которые следует предпринять для того, чтобы

достичь намеченных целей, и оценить необходимые для этого ресурсы. По мнению автора, развитие фундаментальной науки, с точки зрения развития страны, как раз такой процесс, на который можно и следует влиять. Это влияние должно быть максимально продуманным и обоснованным, поскольку цена неверно принятых решений может быть слишком высока. По этой же причине, прежде чем предпринять управленческое действие на «живом объекте», лучше «потренироваться» на модели, имитирующей его поведение.

Развитие фундаментальной науки можно представить в виде направленного дерева, где дуги это проведение исследований, а вершины – их результаты. Дуги обладают параметрами, характеризующими ресурсные потребности для проведения соответствующего исследования. Вершины в большей степени характеризуются вероятностными показателями: вероятность получения предсказанных результатов, возможная связь с другими исследованиями и т.д. Тогда, с помощью этого дерева можно определить пути (наборы последовательностей исследований), которые следует пройти для получения заданных целей в условиях имеющихся ресурсных ограничений.

## 1. Простейшая модель

Допустим, наука состоит из двух направлений и в каждом направлении есть по две темы (Рисунок 1). Для развития любой темы необходимы ресурсы. Пусть в простейшей модели существует 2 вида ресурсов: исследователи и деньги. Кроме того, для проведения по теме «Тема 2.В» необходимы результаты по исследованиям «Тема 1.А» и «Тема 2.А». Можно построить множество последовательностей проведения исследований, часть из них даст результат, а часть – никогда (исследование «Тема 2.В» не даст результатов, если не провести вначале исследования по темам «Тема 1.А» и «Тема 2.А»).

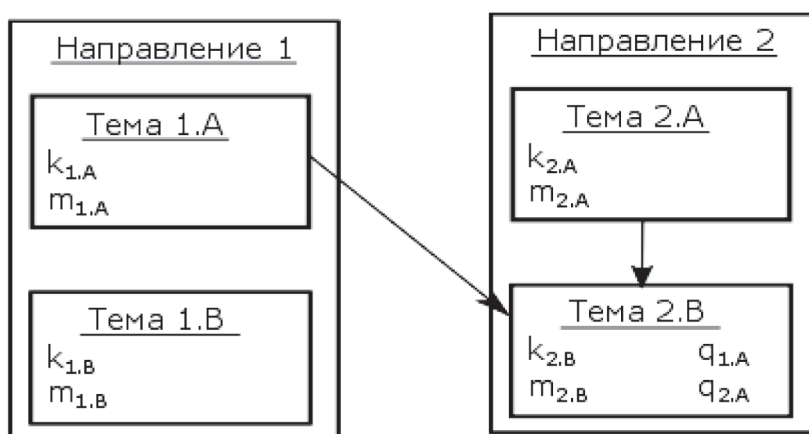


Рис. 7 Простейшая модель развития науки

Сделаем еще ряд допущений для корректного понимания простейшей модели:

- Ежегодно выделяется одна и та же сумма средств равная  $M$ ;

- Исследователи могут свободно перетекать между направлениями и темами. Численность исследователей известна и равна  $K$ ;
- Тема длится год и результаты исследований можно достоверно предположить.
- Тема может развиваться, только если уже есть необходимые для нее результаты исследований по другим темам
- Необходимо провести исследования по всем 4 темам
- Задача минимизировать ресурсы не ставится.

При этих допущениях и такой размерности задача можно решить даже методом перебора. Очевидны следующие рассуждения при поиске возможных альтернатив ее решения: тему 2. В можно исследовать только после того, как проведены исследования по темам 1.А и 2.А. Остальные темы можно исследовать в любой последовательности. В год можно исследовать одну, две или три темы (из предыдущего рассуждения – максимум 3). Автору удалось насчитать 19 вариантов.

Упомянутые ограничения по ресурсам можно представить в виде системы неравенств:

$$\begin{cases} \forall k_{i,J} \leq K \\ \forall m_{i,J} \leq M \\ M \ll \sum_{i,J=1}^{N,H} m_{i,J} \\ K \ll \sum_{i,J=1}^{N,H} k_{i,J} \end{cases}, \text{ Где}$$

$k_{i,J}$  – необходимая численность научных работников для развития J-ой темы направления  $i$ ,  $m_{i,J}$  – необходимое кол-во денежных средств для развития J-ой темы направления  $i$ ,  $K$  – общая численность исследователей в системе,  $M$  – сумма выделяемых денежных средств в год. В реальной системе ограничения по ресурсам, скорее всего, существенно сократят количество доступных последовательностей исследований.

Далее условия можно еще ужесточать. Из прагматических соображений, можно выбрать альтернативы позволяющие получить результат по всем четырем темам быстрее, или исключить из рассмотрения такие, где использование ресурсов наиболее неравномерно. Также можно, присвоить одной из тем более высокую важность с точки зрения, например, социально-технологического развития страны, обеспечения ее безопасности или еще по каким-либо причинам. Таким образом, можно исключить из рассмотрения заведомо неудовлетворительные варианты. Лицам, принимающим решение, будет лучше видна структурированная картина альтернатив, пригодных для реализации.

Простейшая модель не пригодна для практических целей, первое, что следует сделать – это масштабировать ее до необходимых размеров и понять, как получать необходимые данные.

## **2. Масштабирование модели**

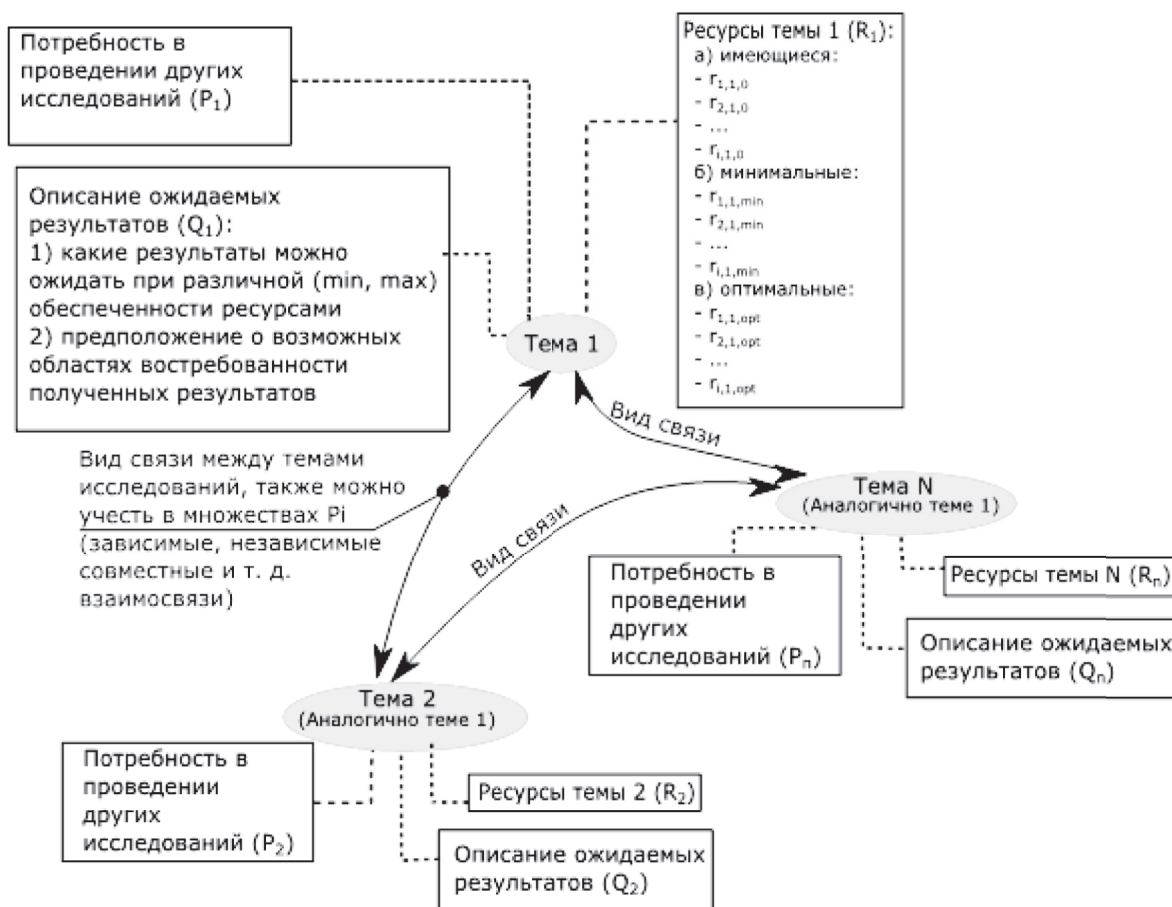
Для практического применения этого подхода первое, что необходимо сделать – это масштабировать модель. С организационной точки зрения удобно принять допущение, что существует 13 основных направлений исследований, в соответствии с количеством отделений РАН<sup>3</sup>. В 2017 году было 841 организация подведомственная ФАНО. В идеале, действующая модель должна включать в себя все организации занимающиеся фундаментальной наукой. В каждой организации не одна тема, исследования по которой проводят или хотели бы проводить исследования ее сотрудники. Ресурсов в реальности также значительно больше: кадры следует разделять по степени квалификации, также для разных исследований нужна разная материально-техническая база и т.д. Кроме того ресурсное обеспечение следует разделить на минимально необходимое для того чтобы тема могла существовать, оптимальное для бурного развития, и текущее.

Для достижения целей поставленных перед моделированием развития фундаментальной науки следует получить наиболее полную информацию о возможных тематических направлениях научных исследований. При этом также важна информация, характеризующая представление о взаимосвязанности различных научных тематик. Использование знаний о взаимозависимости направлений исследований (анализ междисциплинарности и выявление эффектов синергии) позволит более эффективно развивать направления научных исследований, акцентируя внимание на таких исследованиях, вклад в общее развитие науки которых позволит развиваться другим темам и направлениям.. Сбор, уточнение и верификацию данных следует проводить в несколько этапов. Первый из них – сбор информации от научных организаций.

Очевидно, что никто кроме ученых, непосредственно работающих в данной научной области, не в состоянии так же хорошо оценить возможное развитие анализируемого научного направления исследований при его различном обеспечении ресурсами. Цель данного этапа – собрать представления научных организаций о темах, по которым они проводят или считают нужным проводить исследования, а также о перспективах развития направлений, в которых они работают. На этом же этапе организация дает информацию о взаимосвязях между своими тематиками.

---

<sup>3</sup> Далее будет видно, почему научные исследования делятся таким образом, однако возможно и другое деление.



*Рис. 8 Тематики научной организации с описанием характеристик исследований и взаимосвязей между ними*

Предположим, что есть некоторый интервал, внутри которого ресурсы соответствуют возможностям проведения исследований. Если ресурсов меньше, то исследования невозможно провести в необходимом для получения научной значимости объеме (например, не хватает ресурсов для закупки достаточного количества реагентов для проведения статистически значимого числа опытов). Возможна также ситуация, когда увеличение ресурсного обеспечения не способно привести к увеличению результативности исследований (например, если статистическая значимость наблюдений составляет 1000 опытов, то проведение дополнительных опытов не способно дать более достоверный результат, следовательно, выделять ресурсы на дополнительные опыты не целесообразно). Еще одним важным аспектом ресурсного обеспечения научных исследований можно назвать сбалансированность различных видов ресурсов. При этом если одни виды ресурсов можно увеличить довольно быстро: например финансирование, то для увеличения таких видов ресурсов, как научные кадры и уникальное научное оборудование, могут потребоваться годы. Также причинами невозможности существенного увеличения результативности исследований при ресурсном обеспечении свыше некоторого порога, можно назвать, например, отсутствие необходимых технологий

для более интенсивных научных исследований, отсутствие необходимой теоретической базы, временные и технологические факторы, и т.д. Помимо требуемых ресурсов, институту необходимо обозначить какие результаты исследований, подводимых в смежных внешних направлениях, могут оказать влияние на успешное развитие его тематик. Все это следует учесть при построении дерева развития фундаментальной науки.

Как уже упоминалось, кроме оценки имеющихся и необходимых ресурсов, немаловажным будет учет возможных взаимосвязей между направлениями и темами. Например, тема «статистическое наблюдение за состоянием науки» (1), тема «прогнозирование развития науки» (2) и тема «выбор приоритетных направлений развития науки» (3), безусловно, взаимосвязаны. Причем, результаты по теме 1 являются исходными данными для двух других тем. И если тема 2, теоретически, может быть реализована без учета результатов темы 3, то проведение исследований по теме 3 без учета результатов темы 2, даст варианты явно далекие от оптимального. Проведя подобный анализ по предложенным тематикам, можно получить общую картину взаимного влияния тем и направлений исследований. Затем дополнить ее внешними по отношению к фундаментальной науке связями, такими как: влияние результатов на достижение стратегических целей государства, социальный заказ, и т.д.

Основным направлением экспертного анализа на этом уровне является оценка ожидаемых результатов, при разных условиях ресурсной обеспеченности. При выработке предложений по тематике НИР и их оценке можно надеяться, что научная организация сможет обосновать: какие НИР целесообразно провести на её базе; требуемые ресурсы для минимального поддержания исследований и для их активного развития; время получения ожидаемых результатов НИР при разной их ресурсной обеспеченности; востребованность ожидаемых результатов НИР в различных предметных областях деятельности; возможное взаимное влияние тем НИР и научных направлений друг на друга; потребности в проведении исследований другими организациями, работающими в смежных направлениях.

Следующий этап – экспертиза предложенных тематик на уровне референтных групп. Целью данного этапа является получение взаимных оценок тематик научных исследований, предложенных на уровне научных организаций одной референтной группы. Экспертиза тематики исследований проводится исходя из предположения, что ученые ведущие исследования в близких и смежных направлениях научной деятельности могут достоверно оценить возможность получения ожидаемых результатов и требуемые для этого ресурсы, заявленной другой профильной научной организацией. Кроме того, та или иная научная организация может указать определенную заинтересованность в

разработках других научных организаций. На этом этапе множество, характеризующее взаимосвязи между темами, дополняется связями между тематиками, проводимыми внутри референтной группы разными институтами.

Все расхождения мнения экспертов с мнением исполнителей, как по ресурсам, так и по достижимости поставленных результатов придется решать отдельно, предоставив исполнителям возможность обосновать их мнение. Если даже после этого эксперты ставят под сомнение возможность получения результатов, то такую тематику, возможно, следует исключить из рассмотрения.

Таким образом, если каждая организация даст оценку развития своих тематических НИР с примерным заключением о потребностях в ресурсах, а также критически оценит родственную научную тематику, хотя бы нескольких организаций одной референтной группы, можно получить достаточно подробную картину того, как непосредственные исполнители видят развитие анализируемого направления науки, требуемые для этого ресурсы, а так же взаимосвязи различных тем и направлений. Такой подход согласуется с тезисом о том, что тематику фундаментальных исследований должны определять сами ученые.

В результате обобщения оценок каждого института о его собственных темах и мнений других научных организаций о достоверности этих оценок будет получен достаточно полный перечень тем НИР, которые проводятся или могут проводиться в данном сообществе организаций, с указанием ресурсных потребностей, ожидаемых результатов и области их возможного применения, дополненные согласием или несогласием с этими данными от других организаций.

Оценка научной тематики на уровне отделений РАН. Цель данного этапа заключается в том, чтобы, во-первых, обобщить экспертные оценки, полученные на предыдущих этапах, а во-вторых, дополнить уже имеющееся множество взаимосвязей между темами НИР, взаимосвязями между темами НИР организаций, находящихся под научно-методическим руководством разных отделений РАН. Тематики, результаты которых вызвали сомнение в организациях референтной группы, после рассмотрения профильным отделением могут быть исключены из дальнейшего рассмотрения.

Проведя все указанные этапы можно построить искомое дерево развития фундаментальной науки. Очевидно, что его размерность будет огромна. Следующая задача – наложение имеющихся условий и ограничений и построение множества возможных путей развития фундаментальной науки. Этим уже следует заниматься на уровне Президиума РАН с привлечением широкого круга экспертов, представителей заинтересованных органов власти, бизнеса, образовательных структур и других.



Таким образом, после рассмотрения отделениями перечня предлагаемых институтами тематик научных исследований и исключения из него вызывающих сомнения в получении результатов, получаем общий перечень возможных тематик научных исследований, с набором характеристик, таких как необходимое ресурсное обеспечение, ожидаемые результаты, взаимосвязи между различными тематиками. Информация о взаимозависимостях между развитием различных тематик, полученная на описанных этапах, должна быть обработана статистически и может быть дополнена анализом других источников, например, может быть полезен экспертно-текстологический анализ публикаций научных работ по анализируемому направлению, имеющихся в открытом доступе. Строго говоря, модель, которую можно получить путем масштабирования, все еще далека от совершенства.

### 3. Совершенствование модели

Очевидно, что для реального использования предложенной простейшей модели даже масштабированной за счет включения в нее информации о возможных тематиках исследований, необходимо отказаться от ряда принятых допущений. Для некоторых можно сделать относительно просто: вместо постоянного финансирования легко можно поставить запланированное на соответствующий год, и использовать, например, тривиальную экстраполяцию для более отдаленных периодов или же на основе модели обосновывать необходимое финансирование в будущем. Исследование численности доступных исследователей может потребовать трудоемкого анализа, однако он не представляется чрезмерно сложным с методологической точки зрения. В таблице 1 приведен обзор того, как следует изменить модель с тем, чтобы отказ от ряда допущений не привел к ее неадекватности.

*Табл.1 Принятые допущения и способы изменения модели для их устранения*

<b>Допущение</b>	<b>В действительности</b>	<b>Как можно изменить модель</b>
На развитие всех научных направлений выделяется постоянное финансирование равное $M$ ;	Каждый год финансирование отличается, однако бюджет страны принимается на три года, при этом может изменяться, на более длительную перспективу может быть лишь примерная оценка	Для каждого года потребуется подставлять соответствующее значение вместо $M$ в формулу (*). Возможно использование интервальных оценок, причем, чем дальше год от текущего, тем больший диапазон интервала. При этом на каждый год можно формировать перечень тем исследований исходя из нижнего значения интервала финансирования, и составлять перечень тем (очередь), которые также следует развивать, если финансирование окажется больше.

<b>Допущение</b>	<b>В действительности</b>	<b>Как можно изменить модель</b>
Кадры могут свободно перетекать из одного направления в другое	Кадры не могут перетекать из одного направления в другое, и даже переток внутри одного направления между темами не всегда возможен, и часто требует времени на изучение человеком новой для него области	Обычно кадры могут перетекать из одной темы в другую, если этими темами занимается одна организация, поэтому для учета имеющихся в распоряжении кадров следует исследовать организации.
Численность кадров не меняется;	Численность кадров меняется как в силу естественных причин, также на численность кадров можно влиять, особенно в долгосрочной перспективе	Возможно, исследование изменчивости кадров не требуется для адекватности модели, скорее всего, модель является средством принятия решений в области проводимой кадровой политики и подготовки кадров.
Тема длится год и результаты исследований можно достоверно предположить.	Административно длительность исследования по теме обычно ограничивается тремя годами, однако реально она может длиться значительно дольше, трансформируя название. Получение конкретных результатов носит вероятностный характер.	
Тема может развиваться, только если уже есть необходимые для нее результаты исследований по другим темам (т.е. в приведенной на рис. 1 модели приступить исследованию темы 2.В можно лишь тогда, когда завершены исследования по темам 1.А и 2А)	Не всегда можно заранее предположить, как результаты по некоторой теме могут сказаться на развитии других направлений.	Этот показатель носит наиболее нечеткий и вероятностный характер, для его анализа следует адаптировать методы нечеткой логики. Если есть понимание зависимости одной темы от другой, это необходимо учитывать при построении имитационной модели.
Необходимо провести исследования по всем направлениям и по всем темам (т.е. в простейшей модели исследовать все 4 темы).	Нет необходимости проводить исследования по всем темам	Вероятно, как раз по всем тематикам проводить исследования нет необходимости. Задача состоит в том чтобы определить какие темы следует развивать и в какой последовательности, а от каких можно отказаться.

Допущение	В действительности	Как можно изменить модель
Задача сэкономить денежные средства или минимизировать численность занятых специалистов не ставится.	По мнению автора такой задачи ставиться и не должно. По крайней мере в рамках имеющихся ресурсных ограничений.	

Помимо выше перечисленного, очевидное улучшение качества выбираемых последовательностей развития науки даст дополнение модели анализом важных для науки данных. К таким данным можно отнести анализ состояния и потенциала организаций, анализ общемировых тенденций научных исследований, публикационной активности, дополнение и учет информации о стратегических целях государства и другие.

Привлечение широкого экспертного сообщества и обеспечение достаточной глубины анализа их мнений на разных уровнях системы управления наукой, позволит повысить обоснованность принимаемых решений в области планирования научной деятельности, в организациях академического сектора.

#### **4. Система анализа и моделирования развития фундаментальной науки**

Проведение подобного исследования трудоемкий процесс, требующий регулярной актуализации с вовлечением большого числа заинтересованных лиц и экспертов, а также вычислительных мощностей. В связи с чем, было бы уместно создать, информационную систему, позволяющую собирать, хранить и обрабатывать большие объемы информации, на основе которой могло бы осуществляться моделирование развития науки. Создавать ее ради единичного исследования нет смысла. Если же создавать ее для регулярной корректировки направлений развития, то такая система должна позволять интегрировать в нее все новые функции с целью повышения качества проводимого анализа и моделирования. Так, например, важным является анализ научных организаций, поскольку научная организация это некоторая научная единица, часто обладающая уникальными характеристиками, игнорирование которых приведет к серьезным ошибкам моделирования. Интеграция функций по анализу важных для развития науки аспектов, во-первых, повысить точность разработки прогнозов развития фундаментальных исследований, во вторых, позволит более скоординировано проводить планирование выполнения научных работ, в третьих, обеспечит большую независимость экспертов принимающих участие в работе. При этом важно обеспечить прозрачность процедуры по выявлению наиболее перспективных, по мнению самих ученых, направления

исследований, оценки ресурсов, которые потребуются для различной интенсивности развития исследований, ожидаемых результатов и их востребованности.

Сейчас организации заполняют большое количество отчетов, информация в которых зачастую дублируется. Если создать единую информационную систему, на базе которой, помимо сбора информации, можно было бы автоматически формировать все необходимые отчеты во все заинтересованные инстанции, то такая система позволила бы и снизить административную нагрузку на организации и существенно повысить информационную обеспеченность при принятии таких важных решений как направления развития фундаментальной науки

### **Заключение**

Если говорить о долгосрочном периоде развития науки, то маловероятно спрогнозировать какие именно открытия будут сделаны. Но совершенно точно можно быть уверенным, что успехи науки будут в тех областях, в которых достаточно ресурсов для их развития. При прогнозировании и планировании развития науки, прежде всего, необходимо определить, как наиболее эффективно распределить ресурсы по направлениям науки, с тем, чтобы обеспечить научный потенциал для долгосрочного развития страны.

Применяемые в России в этих целях подходы основаны во многом на интуитивной оценке ситуации, отдельными принимающими решение лицами и конкуренции авторитетов. Представленные в статье подходы в состоянии позволить лучше оценивать ситуацию экспертам и дадут возможность лицам, принимающим решения, лучше понимать к каким последствиям может привести те или иные действия.

Показано, как и какую первичную информацию можно получить, обработать и как ее использовать. Предложен способ формирования полного перечня тематических направлений исследований с их характеристиками и вероятными взаимосвязями между ними. Данный способ предполагает вовлечение широких масс исследователей для обсуждения предлагаемых тематик, их характеристик и влияния ожидаемых результатов на прочие исследования. Формирование подобного перечня даст возможность построить дерево развития науки. Наложение условий и ограничений на это дерево, позволит выявить множество удовлетворяющих направлений развития с показателями, характеризующими ресурсные потребности и ожидаемые результаты. Таким образом, можно создать мощнейший инструмент поддержки принятия управленческих решений о развитии науки.

Создание предложенной модели является нетривиальной задачей, однако, в случае ее реализации, это будет огромным шагом к продуманному планированию развития фундаментальных исследований и достижению целей, ставящихся перед наукой.

### **Литература**

1. Федеральный закон «О стратегическом планировании в Российской Федерации» от 28.06.2014 N 172-ФЗ от 28 июня 2014 года N 172-ФЗ
2. Макоско, А. А., Абросимов, В. К. О прогнозировании развития науки как о задаче слабого искусственного интеллекта (концептуальный подход) // Инновации. 2018. №9. С. 13-19.
3. Миндели, Л.Э., Остапюк, С.Ф., Черных, С.И. Долгосрочное прогнозирование развития фундаментальной науки в России: методологические аспекты // Общество и экономика. 2017. №10. С. 5-21.
4. Клейнер Г.Б. Проблемы стратегического государственного планирования и управления в современной России: Доклад 2011 [Электронный ресурс]. URL: [http://rusrand.ru/files/13/07/26/130726025630\\_Gos\\_upr\\_vyp\\_5\(43\).pdf](http://rusrand.ru/files/13/07/26/130726025630_Gos_upr_vyp_5(43).pdf) . (Дата обращения: 18.12.2016).

## **Внедрение проектного управления исследованиями в научном институте**

***Шмелев А. С.**, начальник сектора организационного и методического сопровождения научно-исследовательских проектов,  
[aleksandr.shmelev@tsagi.ru](mailto:aleksandr.shmelev@tsagi.ru)*

***Алешин С. А.**, к.т.н, специалист,  
[sergey.aleshin@tsagi.ru](mailto:sergey.aleshin@tsagi.ru)*

***Ионов А. А.**, к.т.н, специалист,  
[aleksandr.ionov@tsagi.ru](mailto:aleksandr.ionov@tsagi.ru)*

***Ковалев И. Е.**, д.т.н., профессор, начальник научно-исследовательского комплекса управления научными проектами,  
[kovalev@tsagi.ru](mailto:kovalev@tsagi.ru)*

***Рыбалов И. В.**, начальник отдела комплекса информационных технологий,  
[igor.rybalov@tsagi.ru](mailto:igor.rybalov@tsagi.ru),*

***Шелехова А. С.**, начальник сектора,  
[anna.shelekhova@tsagi.ru](mailto:anna.shelekhova@tsagi.ru)*

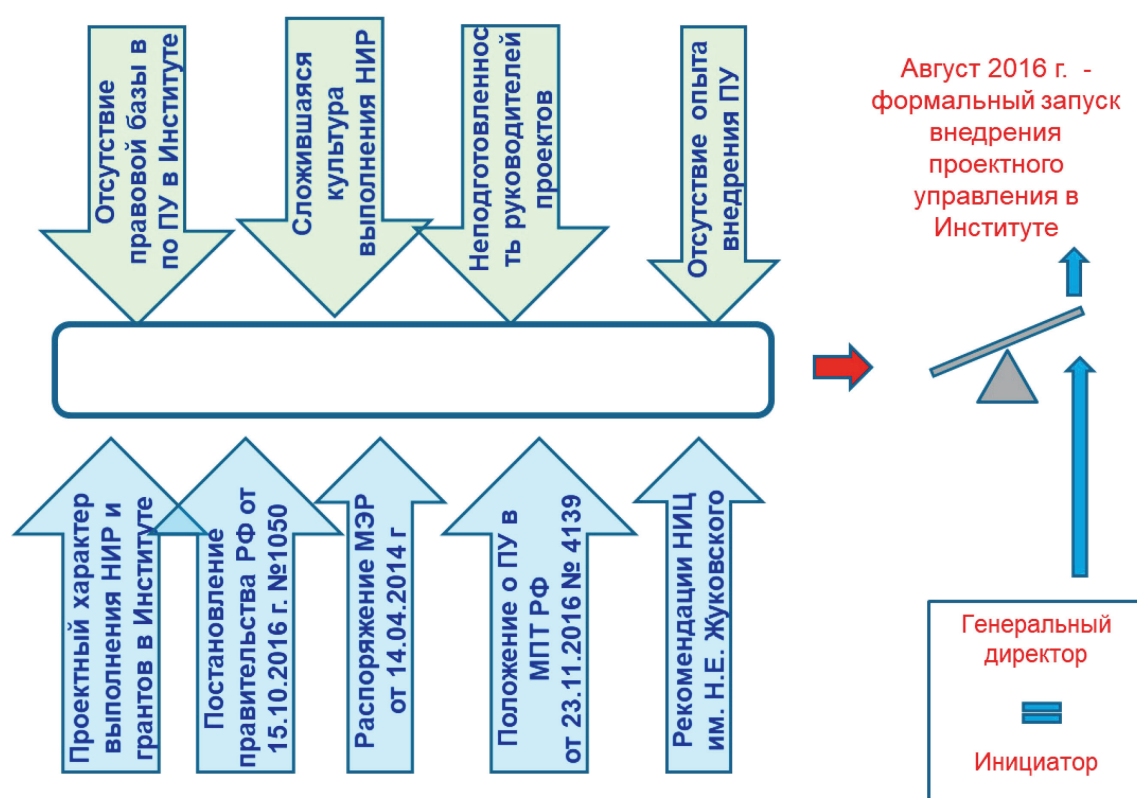
*ФГУП «Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н.Е. Жуковского», г. Жуковский*

Доклад представляет основные подходы к созданию системы управления научными проектами, реализуемой в ФГУП «Центральный аэрогидродинамический институт им. профессора Н.Е. Жуковского» (далее Институт).

Известно, что в организациях, не использующих методы проектного управления при реализации проектов, присутствуют потери трех видов: от затягивания сроков, от превышения бюджетов, от некачественного выполнения работ. Поскольку в организациях, выполняющих НИР и НИОКР, основная научно-техническая деятельность имеет проектный характер, то эффективность выполняемых разработок будет определяться временем, стоимостью и качеством работы. Поэтому внедрение проектного управления в научном институте позволит – на уровне проекта – лучше удерживать бюджет и сроки проектов в рамках запланированных и, таким образом, избежать излишних финансовых потерь, сохраняя качество научных результатов.

Такое понимание вопроса уже достаточно давно присутствовало в Институте. Кроме того, в окружающей внешней среде, как отраслевого уровня, так и национального, также достаточно активно внедряются методы проектного управления [1-3]. Однако

стереотипы выполнения научных работ классическими организационными методами, некоторая боязнь новизны, недостаток кадрового обеспечения в части проектного управления держали ситуацию в замороженном виде. На рис. 1 в левой части отражен баланс сдерживающих и движущих сил в состоянии равновесия. И нужны достаточно серьезные усилия, чтобы вывести ситуацию из равновесия в сторону внедрения проектного управления. К 2016 г. в Институте уже сложилась группа «энтузиастов» - сторонников проектного управления, и, понимая как внешние, так и внутренние факторы, руководство Института в 2016 г. начало осознанную программу внедрения проектного управления, выпустив соответствующий приказ по организации. Это вполне естественный шаг, поскольку именно первое лицо является ключевым пользователем и заказчиком корпоративной системы управления проектами.



*Рис. 1 Анализ поля сил: Запуск внедрения проектного управления*

Основные выгоды от проектного управления на тот момент виделись следующими:

- Обеспечение своевременности выполнения НИР по госконтрактам, контрактам с ОПК и другими Заказчиками;
- Достижение экономии времени проектных менеджеров;
- Повышение прозрачности выполнения договоров по НИР, включая закупки и привлечение соисполнителей;

- Повышение качества контроля и мониторинга процессов по задачам, срокам, проектным менеджерам, исполнителям и т.д.;
- Повышение качества создаваемых научно-технических результатов;
- Снижение временных затрат на процессы координации выполнения работ.

Первые изыскания в части источников по опыту внедрения проектного управления показали, что практически никто, никогда и нигде не предложил теории и методов управления научными проектами как предприятиями по производству актуального научного знания, которые станут фундаментом развития отрасли. Это связано с трудностями как целеполагания в научных проектах [4], так с используемыми методами получения таких результатов (см. рис. 2).

Тип проекта	Ясность методов	Ясность целей	Шанс на успех	Обеспеченность нормативной базой
Инжиниринг, строительство	да	да	высокий	высокая
Создание новых продуктов	нет	да	средний	высокая
Развитие систем	да	нет	средний	средняя
Научные исследования	нет	нет	низкий	низкая

*Рис. 2 Сложность выполнения проектов разных типов*

Была создана рабочая группа с привлечением специалиста, имеющего опыт проектного управления во внешней среде. В условиях недостаточной определённости на первых порах основными инструментами рабочей группы при выработке решений стали методы суждений и достижение компромиссов (см. рис. 3).



	<i>Неопределенность</i>		<i>целей</i>
<i>Н</i> <i>еопреде</i> <i>леннос</i> <i>ть</i>		Сравни- тельно низкая	Сравни- тельно высокая
<i>п</i> <i>оследс</i> <i>твий</i> <i>действия</i>	Ср. низкая	Расчет	Компромисс
	Ср. высокая	Суждение	Озарение

*Рис. 3. Обобщённые подходы к решению проблем в условиях неопределённости*

Рабочая группа выделила основные направления, в которых следует развивать внедрение проектного управления в Институте:

- Разработка дорожной карты;
- Разработка модели проектного офиса;
- Создание структурной единицы с функциями организационной и методической поддержки проектного управления;
- Разработка базовых положений;
- Запуск процессов обучения персонала;
- Запуск процессов автоматизации проектного управления;
- Разработка регламентов исполнения проектов и контроля.

Далее будут приведены краткие комментарии по этим направлениям.

*О дорожной карте.* Внедрение новых систем управления всегда связано с изменением культуры компании, во всяком случае её управленческого слоя. Хорошо известно, что временной масштаб таких изменений занимает годы. Поэтому изначально рабочая группа рассматривала дорожную карту внедрения проектного управления в горизонте нескольких лет. Была принята поэтапная схема внедрения. Содержательные и временные аспекты разработанной дорожной карты представлены на рис. 4 и рис. 5 соответственно.



Рис. 4 Содержательные аспекты дорожной карты

№	Этапы	Срок	Ответственный исполнитель
1 этап	Формирование инфраструктуры и освоение базовых принципов управления	август 2016 – июнь 2017	Конкретные лица.
2 этап	Разработка рабочей документации, запуск автоматизации и приобретение опыта проектного управления	июль 2017 – декабрь 2017	Конкретные лица.
3 этап	Внедрение проектного управления в практику управления Институтом на базе проектного программного обеспечения	январь - сентябрь 2018	Конкретные лица.
4 этап	Переход на эксплуатацию системы проектного управления в постоянном режиме	сентябрь-декабрь 2018	Конкретные лица.

Рис. 5 Временные аспекты дорожной карты

На базе этих схем разрабатывались детальные годовые графики плана внедрения. В целом, по прошествии времени, можно отметить, что подход к внедрению проектного управления был избран правильный, большая часть этих планов реализовывалась. Основная трудность связана с изменением менталитета принятия решений от метода, условно говоря, «по оргструктуре» к методу «по проектной технологии» как на уровне исполнителей, так и на уровне руководителей в широком смысле слова. Другими словами, задумывая глубокое внедрение проектного управления в жизнь организации,

необходимо тщательно заранее продумывать, планировать и организовывать взаимодействие со всеми службами и подсистемами организации.

*О проектном офисе.* В общем смысле под проектным офисом (ПО) подразумевается некоторая организационная структура, предназначенная для совершенствования методов и содействия достижению результатов в проектах. На конкретном же уровне возникают вопросы – какая должна быть структура ПО – централизованная или распределённая, какая должна быть модель ПО и т.п. Вопросы не праздные, поскольку Институт структурно состоит из нескольких относительно самостоятельных кластеров (научно-исследовательских комплексов).

Рассматривались несколько моделей проектных офисов, среди них такие как «Стратегический офис управления проектами», «Поддерживающий офис управления проектами», «Проектный офис – репозиторий», «Офис-координатор», «Офис – наставник», «Офис – центр исполнения проектов» и др. Наиболее широкий спектр функций проектного офиса обозначен в методологии PMI [5]. В итоге за базу была взята такая модель: «Централизованный проектный офис с контрольными, организационными и нормативно-методическими функциями; исполнение и руководители проектов находятся в научных подразделениях». Таким образом, общая задача создания проектного офиса была сформулирована следующим образом: создать (организовать) элемент институтской системы управления проектами в научно-технической деятельности, который будет располагать

- соответствующими регламентными положениями по процессам выполнения научно-технических проектов, определяющими его функции и полномочия;
- набором необходимых инструментов на базе специализированной под управление проектами информационной системы;
- набором шаблонов, положений, методик и т.п.;
- набором возможностей обучения сотрудников Института процессам управления проектами и работе со специализированной информационной системой;
- квалифицированным персоналом, способным поддерживать процессы управления научно-техническими проектами института на этапах планирования, исполнения и отчётности.

Такой элемент был создан в виде сектора с отдельным штатным расписанием в рамках глобального подразделения «Комплекс управления научными проектами», на который в целом были возложены все функции проектного офиса.

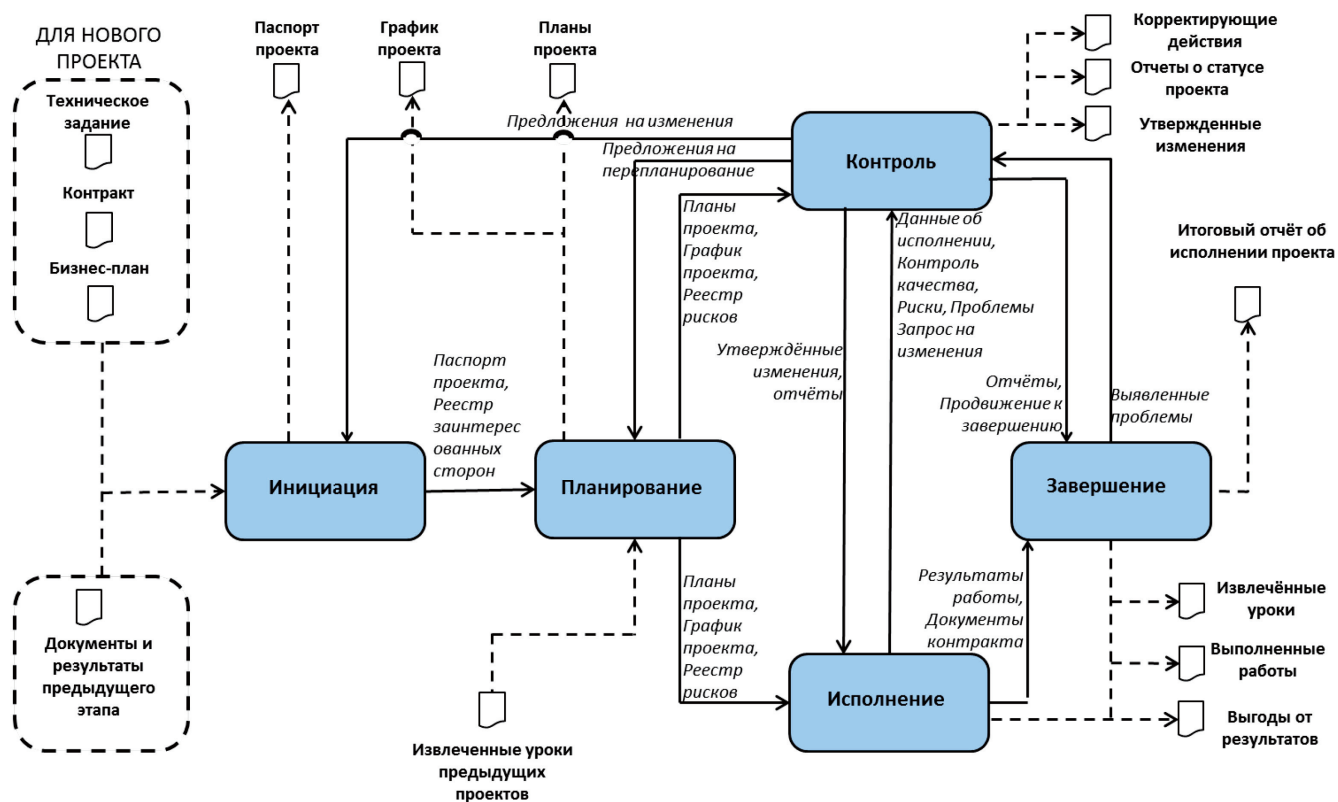


Рис. 6 Взаимодействие основных процессов проектного управления

*Разработка базовых положений.* В целом управление научными проектами в Институте было решено строить на универсальных рекомендациях, которые сформулированы в международных и российских стандартах и руководствах по управлению проектами. Среди них детализация планируемых работ до контролируемого уровня, внимание к рискам проекта, обеспечение высокого научного качества работ, т.е. для решения какой-либо научной задачи расписываются этапы исполнения, сроки, ответственные лица, промежуточные и финальные результаты и требующиеся на каждом шаге ресурсы – как финансовые, так и трудовые, и инфраструктурные. На практике это сводится к так называемому «тройному ограничению» - Заказчики жестко требуют выполнять проекты с заданным качеством, в срок и в утвержденный бюджет.

За основу была взята стандартная процессная модель [5-7] с 5-ю базовыми процессами – инициация проекта, планирование, исполнение, контроль и завершение проекта. Общая схема этих процессов [6] применительно к Институту показана на рис. 6.

Специфика научной деятельности потребовала разработки своего терминологического словаря. Не меняя суть общеизвестных понятий, потребовалось переопределить некоторые из них с учётом местной специфики. Некоторые из этих определений и роли приведены ниже.

**Процесс** - это набор связанных процедур, направленных на достижение определенного результата в рамках общей деятельности компании.

**Проект** – комплекс взаимосвязанных мероприятий, направленный на создание уникального продукта или услуги в условиях временных и ресурсных ограничений.

**Научный проект** – проект, направленный на получение научных и/или научно-технических результатов.

**Научный руководитель проекта** – уполномоченный генеральным директором института сотрудник должного уровня, ответственный за научно-технический уровень работ, выполняемых по проекту, и качество полученных результатов.

**Руководитель проекта** – уполномоченный генеральным директором института исполнитель проекта, ответственный за организацию выполнения проекта в целом, в т.ч. за качество процессов управления проектом и ведение документации, располагающий средствами материального стимулирования исполнителей и другими ресурсами для реализации проекта.

**Проектный офис** – научно-исследовательский комплекс управления научными проектами, который выполняет функции планирования и контроля проектной деятельности, внедрение, административную поддержку и развитие проектной деятельности в институте.

**Научно-техническая комиссия** – уполномоченный генеральным директором института коллегиальный орган, согласующий паспорт проекта и составляющий рекомендации по его бюджету и привлечению организаций-соисполнителей.

По сравнению со стандартной ролевой схемой, была принята «двухголовая» модель, когда по сути за выполнение проекта отвечают два человека – научный руководитель проекта и руководитель проекта. Такой подход позволяет для достижения высокого уровня научного результата привлекать к выполнению проекта крупных учёных, не «нагружая» их излишне текущей и оперативной деятельностью. Взаимодействие этих и других ролей показано на рис. 7.

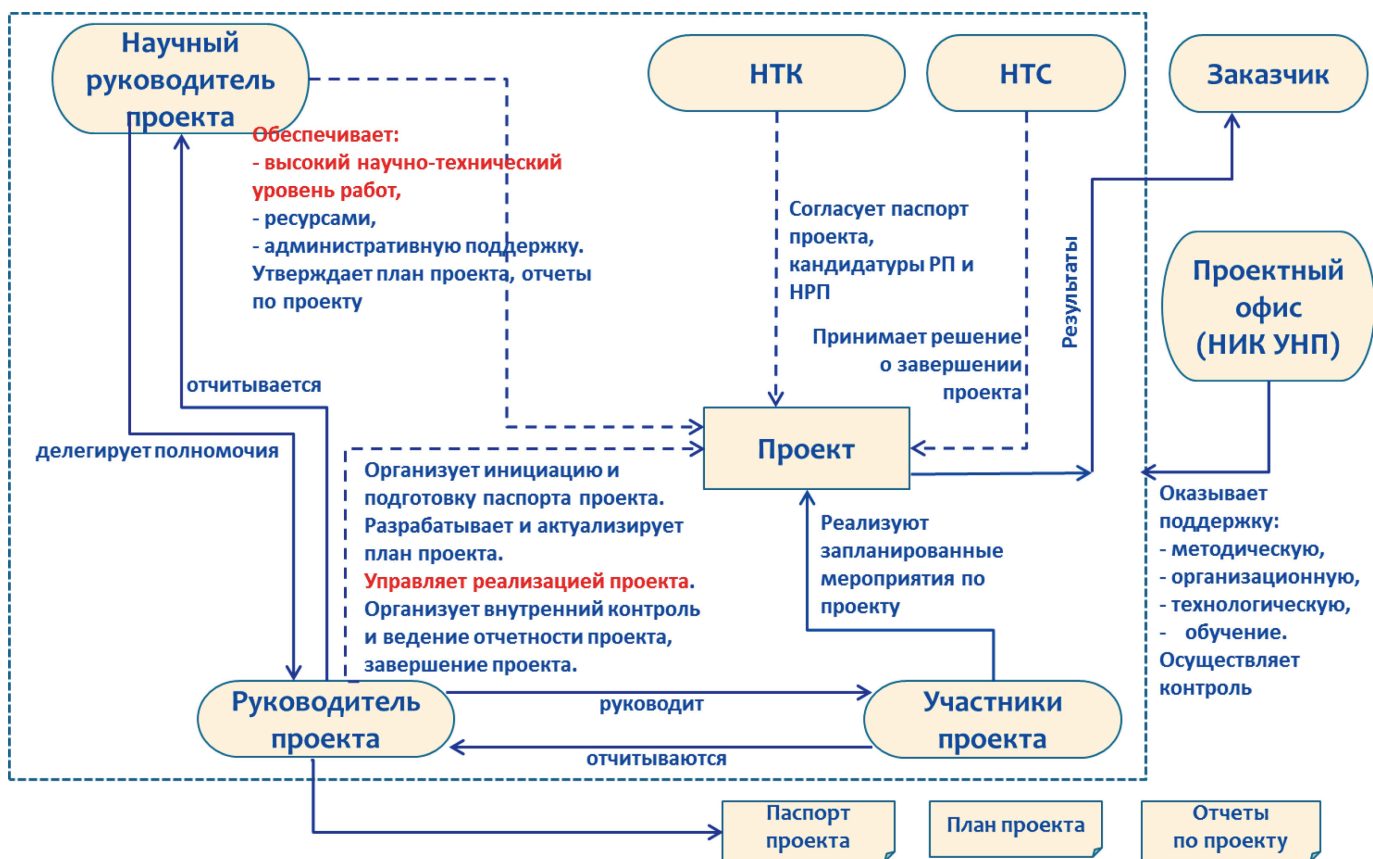


Рис. 7 Основные роли и их взаимодействие в научных проектах

Процессная модель, терминологический словарь и ролевая модель участников проектной деятельности стали основой разработанного и утверждённого основного документа в проектной деятельности института «Положение о проектной деятельности. Управление научными проектами». Кроме того, в настоящее время разработаны и введены в действие следующие основополагающие положения в части проектной деятельности:

- «Положение о научном руководителе проекта»,
- «Положение о руководителе проекта»,
- «Положение о паспорте проекта».

Важным документом, завершающим процесс инициации проекта, является разработка паспорта проекта. Назначение паспорта проекта заключается в следующем:

- даёт краткое описание содержания проекта;
- фиксирует ключевые цели проекта;
- фиксирует требования заказчика и
- существующие ограничения и допущения;
- даёт представление о рисках проекта;
- является представительской карточкой проекта в течение его жизненного цикла.

Паспорт проекта состоит из 5 частей: титульный лист, описание проекта, цели и задачи проекта, риски проекта, регистрация изменений. Наполнение содержанием разделов паспорта проекта показано на рис. 8.

<b>ПАСПОРТ ПРОЕКТА</b>	
Выполнение научно-исследовательской работы по теме « <b>Название темы/НИР/шифр</b> »	
Дата утверждения документа	
Редакция документа	
Статус документа	
Ответственный	
<b>1 Описание проекта</b>	
1.1	Наименование проекта/шифр
1.2	Информация о связи с другими проектами
1.3	Заказчик
1.4	Исполнитель
1.5	Основание для выполнения проекта
1.6	Научный руководитель проекта
1.7	Руководитель проекта
1.8	Перечень подпроектов, входящих в проект
1.9	Сроки выполнения работ по проекту
1.10	Бюджет проекта
1.11	Заинтересованные стороны проекта
1.12	Сведения о соисполнителях
1.13	Основные ресурсы проекта
<b>2 Цели, задачи проекта</b>	
2.1	Актуальность проекта
2.2	Цели
2.3	Задачи
2.4	Входные данные
2.5	Этапы проекта
2.6	Предъявляемые результаты
2.7	Контрольные события проекта
2.8	Индикаторы и показатели проекта
<b>3 Основные риски проекта</b>	
3.1	Название риска
3.2	Ранг риска
3.3	Меры реагирования на риск
<b>4 Регистрация изменений</b>	
4.1	Дата изменений
4.2	Содержание изменений
4.3	Автор

*Рис. 8 Структура паспорта проекта*

*О подготовке персонала.* Исторически сложилось так, что процесс обучения сотрудников института навыкам проектного менеджмента начался раньше, чем официальный процесс внедрения проектного управления. Это произошло благодаря энергии отдельных людей, заинтересованных в развитии своих сотрудников. Был подготовлен учебный курс «Основы управления проектами и программами». Он предназначен для инженерно-технических работников и специалистов, чья текущая и/или будущая деятельность будет связана с выполнением проектов как научно-технического,

так и общего характера. Курс спроектирован как 4-х дневный тренинг, направленный на развитие таких компетенций:

- Составление документа, определяющего предметную область проекта
- Построение структурной декомпозиции работ
- Оценка затрат по проекту и времени
- Управление рисками проектов
- Построение сильной проектной команды
- Построение последовательности работ проекта
- Вычисления критического пути
- Управление выполнением и отчётность

Обучение проводится на реальных производственных примерах слушателей. На финише проводится защита курсовых проектов, разработанных за время тренинга. На текущий момент на базе Корпоративного университета ФГУП «ЦАГИ» проведено обучение более 90 сотрудников института основам управления проектами по этому курсу.

На текущий момент сложилась двухуровневая система обучения проектного персонала. В положении о Руководителе проекта определено, что он обязан иметь подтверждённые компетенции руководства проектами, либо пройти корпоративное обучение по выше обозначенному курсу. Это составляет 1-й уровень обучения. На втором уровне проводится «технологическое» обучение всех руководителей проекта навыкам ведения проектов в проектном программном комплексе, который принят за основу построения автоматизированного управления проектами по факту его наличия в Институте. Здесь также был разработан собственный курс обучения пользователей. Согласно дорожной карте здесь был достаточно длинный путь – обучение пилотной группы пользователей у внешних консультантов, разработка в системе пилотных проектов, интеграция возможностей продукта с методическими особенностями проведения работ в Институте, обобщение опыта, разработка собственно пользовательского курса.

*О процессах автоматизации проектного управления.* Необходимость автоматизации проектного управления в научном институте в первую очередь связана со сложным логистическим обеспечением научных исследований.

В условиях действующего законодательства, которое регламентирует порядок закупки оборудования, материалов и услуг соисполнителей, а также требования по контролю за реализацией научных исследований, значительную часть организационной



деятельности при выполнении исследований занимают вопросы координации этапов работ со многими функциональными подразделениями научной организации.

Часто сроки выполнения самих научных работ сравнимы со сроками проведения закупок, проектирования и изготовления моделей, и при этом полностью от них зависят. В этом случае существенно возрастают риски срыва директивных сроков выполнения исследований из-за несвоевременности тех или иных действий со стороны обеспечивающих подразделений. Так как сроки проведения закупок могут составлять несколько месяцев, несвоевременность их проведения ставит под угрозу срыва выполнение зависящих от них работ, особенно в части выполнения работ по конструированию и изготовлению моделей.

Наличие уникальной экспериментальной базы, которая используется при проведении многих экспериментов, также требует решения вопросов по ее оптимальному использованию, как в рамках непосредственно экспериментов, так и при проведении регламентных работ по ее обслуживанию и совершенствованию. Особенно актуальным это становится в случае сдвига сроков проведения экспериментов на конец года из-за задержки работ на предыдущих стадиях.

При выполнении непосредственно научной работы в части исследований, когда проектная команда относительно небольшая, вопросы координации деятельности решаются сравнительно просто. Однако в масштабах крупной научной организации деятельность научных подразделений, ориентированных на выполнение научных проектов, существенно зависит от работы функциональных подразделений, обеспечивающих научную деятельность. Это службы материально-технического снабжения, закупок, опытного производства. Для этих служб участие в том или ином научном исследовании сводится к выполнению заявки на снабжение, изготовление моделей, оснастки и др.

Для автоматизации проектов научной деятельности требуется решение нескольких ключевых организационно-методологических задач, которые не зависят от используемой методики проектного управления и системы автоматизации. Требуется переход от неформализованной и слабоструктурированной модели деятельности научных подразделений к формальной модели, особенно в части тех процессов, которые носят регулярный, повторяемый характер, не сильно отличаются для разных исследований и от несвоевременного выполнения которых зависит соблюдение сроков и качество проведения научных исследований. В нашем Институте это процессы проведения закупок, снабжения, изготовления моделей, выдача запланированных результатов.

Для этого в частности решаются следующие задачи:

1. Выявление типовых процессов верхнего уровня, особенно тех из них, которые выполняются смежными функциональными подразделениями или соисполнителями.

2. Определение ключевых контрольных точек, мониторинг состояния проекта в которых, может быть использован для сравнения фактических сроков и затрат с плановыми значениями.

3. Подготовка регламентов, определяющих единообразный подход к проведению научных исследований в части типовых контрольных точек и работ, выполняемых смежными подразделениями.

<b>Подпроект</b>	<b>Описание подпроекта</b>
№Э1-10АНИСС	Аналитические исследования
№Э1-20ЭКИСС	Экспериментальные исследования
№Э1-30РАИСС	Расчётные исследования
№Э1-40СОИСП	Работа с соисполнителями
№Э1-50ОТЧЁТ	Обобщение и сдача результатов
№Э1-ЗАКУПКА	Проведение закупки материалов и оборудования на этапе №
№Э1- УПР	Управление проектом

*Рис. 9 Структура шаблона единичной научной работы*

4. Разработка шаблонов типовых научных исследований с указанием состава и сроков выполнения тех или иных действий, которые в общем случае должны быть выполнены в рамках научного исследования и подвергаются контролю со стороны руководства подразделений и Института.

Шаблоны могут использоваться руководителями проектов в качестве перечня работ по данному научному исследованию, которые могут уточняться. На рис. 9 приведена структура разработанного шаблона «единичной научной работы», который заведен в проектное программное средство. В каждом из разделов содержатся 1-2 уровня подпроектов и до 10-20 линейных задач. В общей сложности шаблон содержит около 100 типовых проектных действий, из которых можно скомбинировать план практически любого научного проекта. Разворот шаблонного подпроекта «Экспериментальные исследования» в программном средстве вместе с диаграммой Ганта показан на рис. 10.

## Диаграмма Ганта

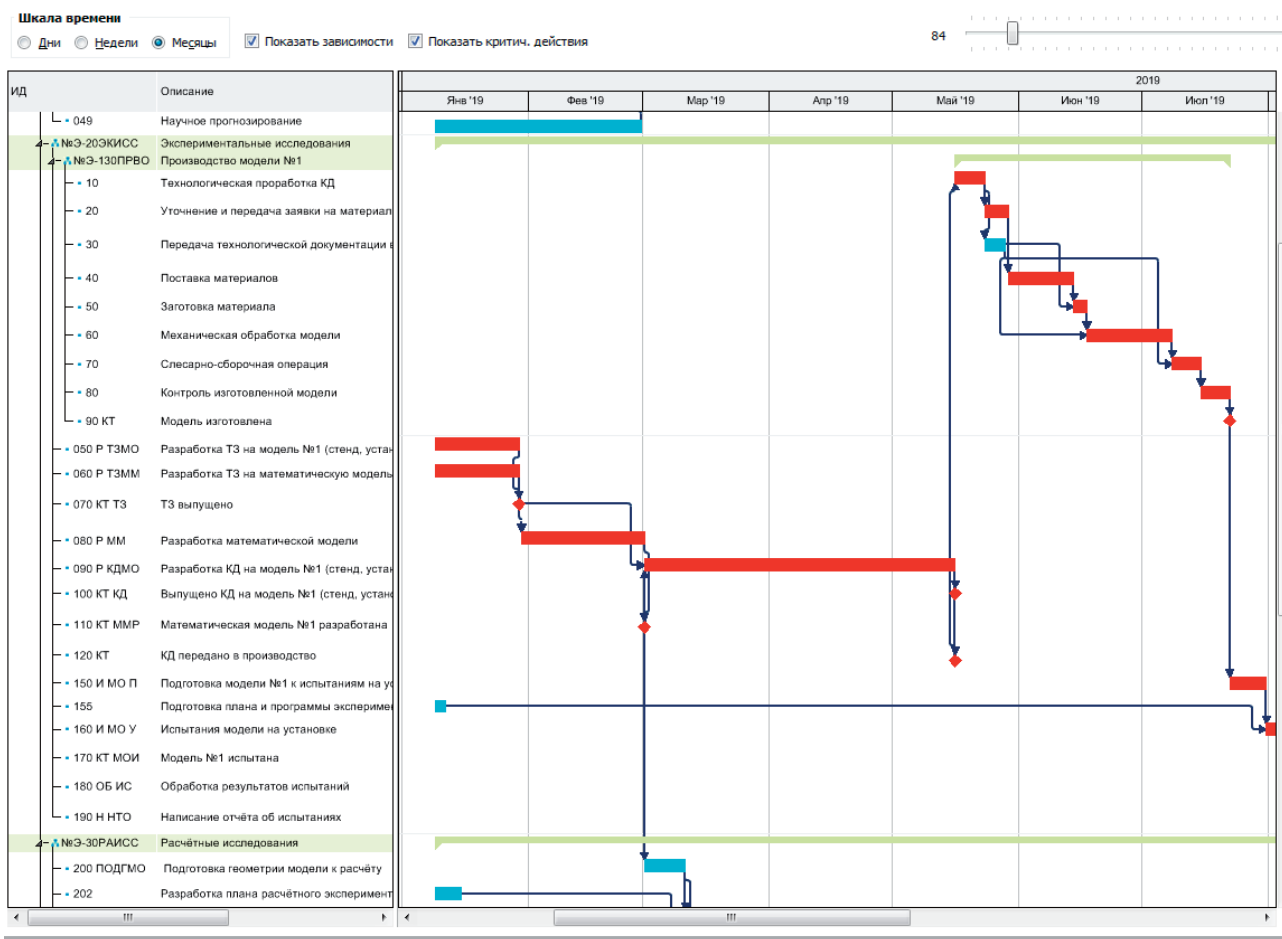


Рис. 10 Структура шаблона подпроекта «Экспериментальные исследования»

Разработка форм типовой отчетности для мониторинга конкретных проектов, портфеля проектов научных подразделений, перечня работ в разрезе проектов функциональных подразделений, портфеля проектов Института в целом.

5. Формирование перечня экспериментальных объектов, использование которых должно отслеживаться в системе и время использования которых должно учитываться в системе при планировании проектных работ (аналогично планированию мощностей в производстве).

После решения организационно-методологических задач становится возможно собственно проведение технических работ по запуску автоматизированной системы проектного управления. Это развертывание системы проектного управления, формирование необходимых справочников, формирование шаблонов проектов, проведение обучения, оказание консультационной и технической поддержки пользователям.

В технической части автоматизация проектного управления мало отличается от внедрения других аналогичных систем автоматизации управленческой деятельности.

## Литература

1. Методические рекомендации по внедрению проектного управления в органах исполнительной власти (утверждены распоряжением Министерства экономического развития РФ от 14 апреля 2014 года №26Р-АУ)
2. Положение правительства РФ 2016 г. от 15 октября 2016 г. №1050 «Об организации проектной деятельности в Правительстве Российской Федерации».
3. Положение о проектной деятельности в Минпромторге РФ от 23.11.2016 № 4139
4. *Клочков В.В., Рождественская С.М.* Анализ эффективности формализации целеполагания в прикладных научных исследованиях и разработках / // Russian Journal of Management. 2016. Т. 4. №1. С. 82-92
5. Руководство к своду знаний по управлению проектами (PMBOK Guide). Изд. 5. PMI. -2012.
6. ISO 21500:2012 Международный Стандарт по Управлению Проектами.
7. ГОСТ Р 54869—2011 «Проектный менеджмент. Требования к управлению проектом»

# **Методологические подходы к формированию предложений по реализации инвестиционных проектов реконструкции и технического перевооружения экспериментальной стендовой базы авиационной промышленности для финансирования с привлечением средств федерального бюджета**

*Скарёнов Ю.В., заместитель директора фирмы «Авиапроминвест»,  
[aviaprom-ys@mail.ru](mailto:aviaprom-ys@mail.ru)*

*ОАО «Авиапром», г. Москва*

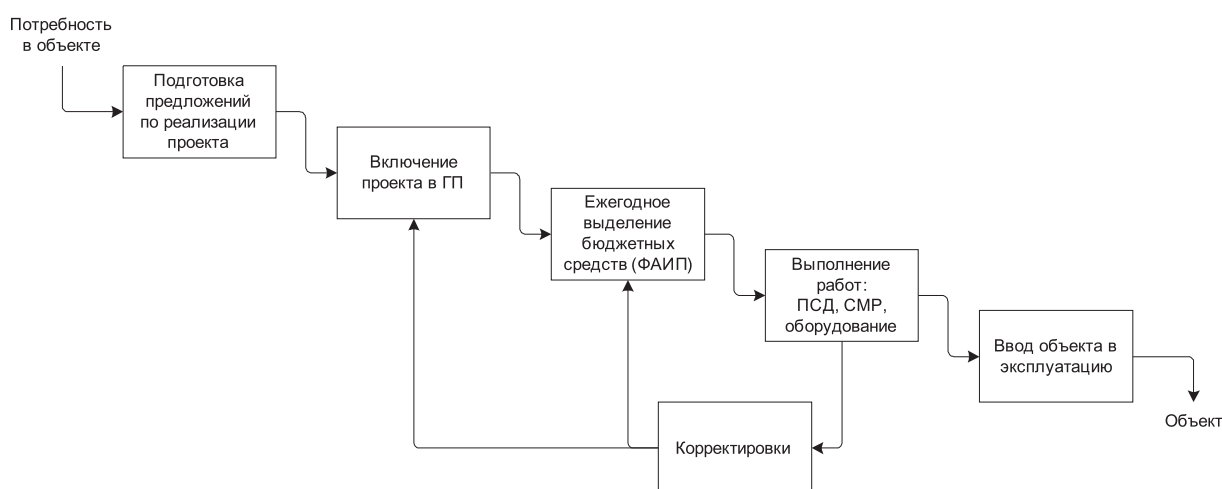
Логика развития авиастроения, а также мировая и отечественная практика (см., например [1]) показывают, что создание, содержание и развитие экспериментальной стендовой базы (ЭСБ) авиационной промышленности и, в частности – авиационной науки, осуществляется преимущественно за счёт государственных вложений. Это обусловлено направленностью ЭСБ на обеспечение решения государственных задач в сфере обороны, безопасности, транспортной доступности и повышения конкурентоспособности экономики при высокой капиталоемкости объектов и неопределенности (а зачастую – отсутствии) прямого коммерческого эффекта. В связи с этим для создания, содержания и развития ЭСБ авиационной науки требуется внедрение соответствующих моделей государственного управления.

К настоящему моменту экспериментальная стендовая база авиационной промышленности прошла этап реконструкции и технического перевооружения, направленный на разработку современных и/или модернизацию ранее выпускавшихся изделий авиационной техники (АТ). Этот этап характеризовался преимущественно восстановлением и модернизацией существующих экспериментальных мощностей в обеспечение разработки и сертификации образцов АТ, предусмотренных к выпуску документами государственного стратегического планирования развития авиации. Основным источником финансирования ЭСБ в части авиационной науки являлись средства федерального бюджета, выделяемые в рамках государственных и федеральных целевых программ. Например, в рамках ФЦП РГАТ-2015 [2] профинансированы реконструкция и техническое перевооружение 23 объектов ЭСБ ведущих научных центров авиационной промышленности на сумму 15,8 млрд. рублей. В процессе ее реализации восстановлены, модернизированы или вновь созданы экспериментальные установки, стенды и комплексы по направлениям аэродинамики и прочности,

авиационного двигателестроения, полунатурного моделирования и отработки бортового оборудования, материаловедения и летных испытаний. В том числе проведена реконструкция систем энергоснабжения, инженерной, производственной инфраструктуры и средств обеспечения испытаний и экспериментов. В результате обеспечено научно-экспериментальное сопровождение работ по созданию и сертификации современных образцов гражданской авиационной техники – пассажирских самолетов SSJ 100 и MC-21, многоцелевых вертолетов Ми-38 и Ка-62, авиационных двигателей SaM146 и ПД-14.

В настоящее время перед авиационной промышленностью стоят задачи по разработке ряда образцов авиационной техники и ее компонентов, обладающих принципиально новым (ранее не достижимым) уровнем характеристик. Для решения этих задач на предприятиях авиационной промышленности и, прежде всего – в организациях авиационной науки, необходимо сформировать экспериментальную стендовую базу, обеспечивающую соответствующий комплекс исследований, экспериментов и испытаний. Основным источником средств для ее формирования, очевидно, станут также средства федерального бюджета, выделяемые в рамках государственных программ. При этом, в условиях действующих и прогнозируемых бюджетных ограничений создание (модернизация) объектов ЭСБ предполагается исключительно в рамках приоритетных направлений (образцов АТ) путем подготовки и реализации инвестиционных проектов их реконструкции и технического перевооружения.

Общий порядок подготовки и реализации инвестиционных проектов реконструкции и технического перевооружения с привлечением средств федерального бюджета представлен на рис. 1.



**Рис. 1.** Общий порядок подготовки и реализации инвестиционных проектов реконструкции и технического перевооружения с привлечением средств федерального бюджета

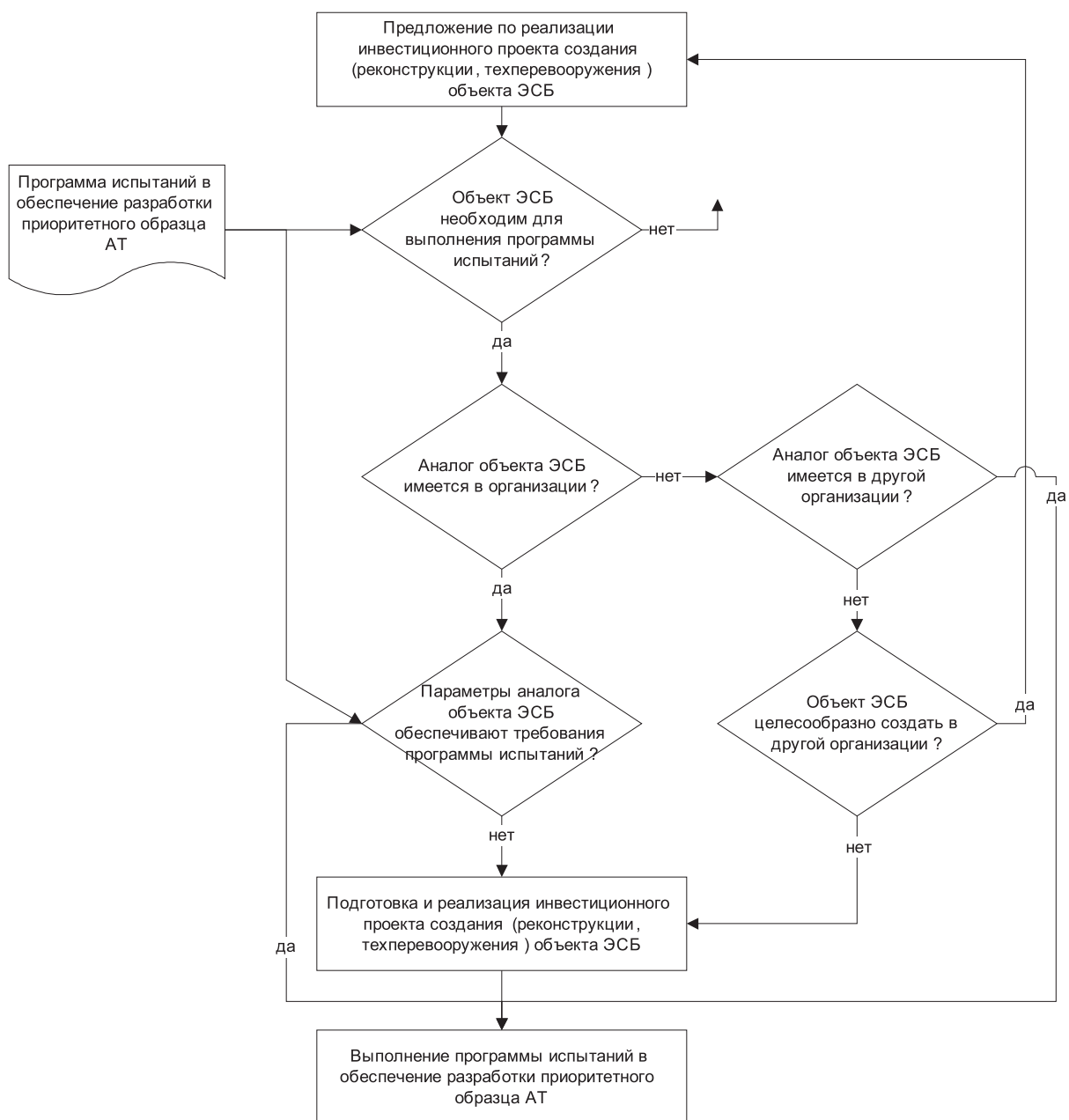
На этапе подготовки предложений прорабатывается комплекс технических и организационно-экономических вопросов, от решения которых зависят как перспективы бюджетного финансирования инвестиционного проекта, так и эффективность его реализации в целом. При этом, как показывает практика, при подготовке предложений по реализации проектов реконструкции и технического перевооружения объектов экспериментальной стендовой базы возникают следующие основные проблемы:

- низкое качество обоснования предлагаемых решений по реконструкции и техническому перевооружению, низкий уровень и качество экспертизы предложений;
- согласование предложений по реконструкции и техническому перевооружению объектов ЭСБ с головными разработчиками образцов АТ в обеспечение номенклатуры, объемов и сроков необходимых испытаний и экспериментов;
- разделение зон ответственности науки и промышленности при организации испытаний и, соответственно – обоснование места реализации проектов создания (модернизации) объектов ЭСБ;
- дублирование экспериментальных и испытательных мощностей в рамках организации или отрасли;
- учет курсовых и санкционных рисков в предложениях, предусматривающих приобретение импортного экспериментального и иного оборудования.

В целях организации работы по подготовке и оценке предложений по реализации инвестиционных проектов реконструкции и технического перевооружения организаций (предприятий) авиационной промышленности с привлечением средств федерального бюджета были разработаны методологические подходы, определяющие:

- порядок обоснования необходимости создания (реконструкции, техперевооружения) объекта ЭСБ;
- прогноз загрузки и обоснование необходимой мощности объекта, создаваемого в результате реализации инвестиционного проекта;
- порядок обоснования стоимости инвестиционного проекта;
- ограничения и особенности оценки экономической и бюджетной эффективности.

Методологический подход (алгоритм) к обоснованию необходимости инвестиционного проекта создания (реконструкции, техперевооружения) объекта ЭСБ, предлагаемого организацией-заявителем для реализации с привлечением средств федерального бюджета, представлен на рис. 2.



**Рис. 2** Алгоритм обоснования необходимости реализации инвестиционного проекта создания (реконструкции, технического перевооружения) объекта ЭСБ с привлечением средств федерального бюджета

В соответствии с представленным подходом, необходимость создания (реконструкции, технического перевооружения) стенда (установки, комплекса) определяется номенклатурой, параметрами и объемом экспериментов и испытаний в обеспечении разработки приоритетного образца АТ с учетом:

а) наличия в организации и в отрасли в целом экспериментальных и испытательных мощностей, имеющих параметры, достаточные для проведения необходимых исследований;

б) возможностей отраслевой и межотраслевой кооперации по проведению необходимых экспериментов и испытаний, включая возможности использования



существующих и создания новых центров коллективного пользования стендами (установками, комплексами).

Проблема альтернативы, возникающая при выборе места реализации инвестиционного проекта (организации-исполнителя), решается в рамках предложенного подхода на основе оценки (а) рисков сохранения приоритетных направлений развития авиационной науки и техники в целом, (б) рисков реализации авиастроительных программ и (в) экономической эффективности предлагаемого решения. Например, при создании стендов, направленных на отработку и испытания перспективных образцов и компонентов АТ с ранее недостижимыми характеристиками возникает альтернатива их создания в организации-разработчике и/или модернизации существующих стендов в научной организации. Размещение стендовой базы в организации-разработчике снижает риски создания образца АТ за счет повышения доступности стендов и оперативности проведения испытаний и доработок. С другой стороны, на организацию-разработчика ложатся расходы по созданию и содержанию капиталоемкого оборудования, которые отрицательно влияют на результаты его деятельности и себестоимость изделий. В свою очередь, модернизация стенда в научной организации позволяет сохранить ее компетенции и обеспечить их развитие на долгосрочную перспективу, а также снять с организации-разработчика несвойственные затраты, но снижает гибкость и оперативность реализации программы разработки образца АТ или его компонента.

Вопросы оценки рисков сохранения компетенций и реализации авиастроительной программы при размещении объектов ЭСБ решаются путем их анализа, экспертных оценок и согласования заинтересованными участниками. При этом также оценивается экономическая эффективность предлагаемых решений, для оценки которой учитываются затраты, связанные с созданием и/или модернизацией объекта ( $C_{KB}$ ), количеством ( $k_{обр}$ ) и стоимостью ( $C_{обр}$ ) необходимых опытных образцов, количеством ( $k_{тр}$ ) и стоимостью их транспортировок ( $C_{тр}$ ) до места испытаний и обратно (включая страхование), количеством ( $k_{цикл}$ ) и стоимостью ( $C_{цикл}$ ) циклов «сборка-испытание-разборка-анализ-доработка-сборка», а также командировочные расходы ( $C_{ком}$ ):

$$C_{исп} = C_{KB} + k_{обр} C_{обр} + k_{тр} C_{тр} + k_{цикл} C_{цикл} + C_{ком} \quad (1)$$

Технические параметры создаваемых стендов (установок) определяются параметрами испытаний, требуемыми для отработки и испытаний в обеспечение создания образца АТ. Необходимая испытательная мощность создаваемой (модернизируемой) ЭСБ определяется программой испытаний, сформированной в обеспечение создания образца АТ. Потребное количество единиц испытательного оборудования (стендов, установок) по каждому виду испытаний определяется как:

$$K_{исп}(t) = \text{округлвверх} \left( \frac{T_{исп}}{\Phi_{год} \cdot k_3^{норм}} \right) \quad (2)$$

где:  $T_{исп} = k_{исп}^{прогр} \cdot (\bar{T}_{маш} + \bar{T}_{обр})$  – максимальная годовая продолжительность испытаний в машино-часах, определяемая программой испытаний: максимальным годовым количеством испытаний  $k_{исп}^{прогр}$  и средней длительностью каждого испытания  $\bar{T}_{маш}$  в машино-часах с учетом средней длительности прочих операций с опытным образцом  $\bar{T}_{обр}$  (подготовительно-заключительных, диагностических на стенде и т.п.);

$\Phi_{год} = T_{год} \cdot k_{см} - T_{пр}$  – годовой фонд времени работы единицы оборудования в часах, определяемый календарным фондом рабочего времени  $T_{год}$ , сменностью работы  $k_{см}$  и длительностью профилактических работ на оборудовании  $T_{пр}$ ;

$k_3^{норм}$  – нормативный коэффициент загрузки испытательного оборудования.

Соответственно, обратным расчетом определяется планируемый в году  $t$  программы испытаний уровень загрузки испытательного оборудования, предлагаемого к приобретению:

$$k_3^{пл}(t) = \frac{T_{исп}(t)}{\Phi_{год}(t) \cdot K_{исп}} \quad (3)$$

В целях повышения эффективности инвестиционного проекта при превышении планируемой загрузкой значения более 1 рассматривается возможность выполнения программы испытаний, прежде всего – (а) путем увеличения интенсивности эксплуатации оборудования (например, увеличением сменности), (б) перераспределением программы испытаний по срокам и/или (в) передачей части испытаний по кооперации и лишь в последнюю очередь – (г) увеличением количества стендов (установок), предлагаемых к приобретению в рамках инвестиционного проекта. Также рассматриваются возможности дозагрузки оборудования другими программами испытаний как в период разработки образца АТ, так и после ее завершения.

Предельная стоимость инвестиционного проекта определяется стоимостью строительно-монтажных работ (СМР) ( $C_{СМР}$ ), приобретаемого оборудования ( $C_{обор}$ ) и прочими затратами ( $C_{пр}$ ):

$$C_{ип} = C_{СМР} + C_{обор} + C_{пр} \quad (4)$$

Предложенная методология предусматривает алгоритмы обоснования необходимости и стоимости СМР и приобретаемого оборудования.

Необходимость строительства или реконструкции производственных помещений (включая помещения стендов (установок, комплексов), размещения и подготовки

образцов, пультов управления, вспомогательные помещения) обосновывается необходимостью выполнения нормативных требований к площади и условиям размещения оборудования и рабочих мест с учетом наличия и состояния существующих испытательных площадей, а также необходимых энергоресурсов и документации на земельный участок. Объем и площадь СМР определяется на основании предварительных планировок, архитектурных, объемно-планировочных, конструктивных и инженерных решений с учетом требований нормативных документов [4, 5]. Стоимость СМР на данном этапе может осуществляться прямым счетом (с расчетом по видам затрат), но как правило осуществляется по стоимости СМР проекта-аналога:

$$C_{СМР} = C'_{СМР} \frac{S_{СМР}}{S'_{СМР}}, \quad (5)$$

где  $C'_{СМР}$  – стоимость СМР проекта-аналога, пересчитанная в действующие цены;  
 $S_{СМР}$ ,  $S'_{СМР}$  – площадь строительства (реконструкции) проектируемого объекта и проекта-аналога соответственно.

Проект-аналог подбирается по критерию его максимального соответствия предлагаемому проекту по функциональному назначению, конструктивным и объемно-планировочным решениям при условии отклонения его стоимости и площади строительства (реконструкции) не более 5% и наличия у проекта-аналога положительного заключения государственной экспертизы [6].

Необходимость приобретения оборудования (группы оборудования) в составе стенда (установки, комплекса) обосновывается его необходимостью в осуществлении испытаний с обеспечением заданных параметров и требований с учетом наличия и состояния существующего оборудования и возможностей кооперации. Потребное количество оборудования определяется расчетом, аналогичным расчету (2). Для каждой единицы дорогостоящего оборудования приводится расчет загрузки, аналогичный расчеты (3). Стоимость каждой единицы испытательного оборудования, предлагаемого к приобретению или изготовлению, определяется путем получения технико-коммерческих предложений на поставку ( $C_{обор\ i}^{ТКП}$ ), калькуляций на изготовление нестандартного оборудования ( $C_{обор\ j}^{кальк}$ ) и/или стоимости оборудования-аналога ( $C_{обор\ k}^{ан}$ ):

$$C_{обор} = \sum_i C_{обор\ i}^{ТКП} + \sum_j C_{обор\ j}^{кальк} + \sum_k C_{обор\ k}^{ан}. \quad (6)$$

При выборе оборудования, предлагаемого к приобретению (изготовлению) в рамках проекта, приоритет отдается оборудованию отечественных поставщиков, а импортное оборудование предусматривается только в случае отсутствия аналогов

российского производства, обладающих необходимыми опциями и техническими характеристиками [7].

К прочим затратам в составе инвестиционного проекта относятся затраты на разработку проектно-сметной документации, строительный контроль, пуско-наладочные работы и т.п. Объем прочих затрат  $C_{np}$  определяется согласно сметным нормативам и для проектов создания (реконструкции, техперевооружения) объектов ЭСБ составляет порядка 10...15% их общей стоимости.

Все затраты по проекту определяются в действующих (на момент расчета) ценах  $C_0$  с последующим индексированием по годам  $i$  реализации проекта:

$$C_i = C_0 \cdot \prod_{i=1}^i d_i \quad (7)$$

где  $d_i$  – индексы-дефляторы, устанавливаемые Минэкономразвития на соответствующий период (год  $i$ ).

Стоимость проекта в ценах соответствующих лет его реализации является основным показателем для формирования предложения по объему его финансирования, в том числе по объему финансирования за счет средств федерального бюджета.

В общем случае предложенная методология предполагает оценку экономической и бюджетной эффективности инвестиций в реализацию инвестиционных проектов реконструкции и технического перевооружения организаций (предприятий) авиационной промышленности. Основными показателями экономической эффективности проекта являются чистый дисконтированный доход (ЧДДЭ) и дисконтированный срок окупаемости ( $T_{окЭ}$ ), бюджетной эффективности – чистый дисконтированный доход бюджета (ЧДДБ) и дисконтированный срок окупаемости бюджетных инвестиций ( $T_{окБ}$ ). Однако, как отмечено выше, проекты создания (реконструкции, техперевооружения) капиталоемких объектов ЭСБ, как правило, не имеют прямой экономической (коммерческой) эффективности, но имеют критическое значение для обеспечения создания приоритетных для государства образцов АТ с ранее недостижимыми характеристиками. Его безусловная необходимость может выражаться:

- в создании в результате его реализации нового стенда (установки, комплекса), необходимого для достижения заданных параметров образца АТ;
- в отсутствии на территории России стенда (установки, комплекса), аналогичного создаваемому, или объективная невозможность его использования в рамках кооперации (аутсорсинга);

- в обеспечении особых требований к соблюдению режима сохранения государственной тайны (прежде всего – в части облика при испытаниях новейших образцов АТ);
- в наращивании испытательных мощностей в обеспечение сроков разработки приоритетных образцов АТ в условиях объективной невозможности построения кооперации (применения аутсорсинга).

В этих условиях оценка экономической эффективности инвестиционного проекта создания (реконструкции, техпереворужения) объекта ЭСБ не осуществляется (либо осуществляется по отдельному требованию). Бюджетная эффективность при этом обеспечивается формированием мероприятий проекта из расчета минимально необходимых затрат, что согласовывается в рамках предложенной методологии при подготовке предложений по его реализации.

## **Заключение**

Представленные методологические подходы закреплены в соответствующих методических рекомендациях, утвержденных Департаментом авиационной промышленности Минпромторга России. Они позволяют на практике выявить и устранить возможные противоречия при подготовке и в процессе экспертизы инвестиционных проектов реконструкции и технического перевооружения авиационной промышленности, в том числе – объектов ее экспериментальной стендовой базы. Согласованные предложения являются основой для подготовки обосновывающих документов на включение инвестиционных проектов в государственные программы и получение бюджетного финансирования.

Кроме того, представленные методологические подходы могут быть рекомендованы при формировании процедур и регламентов развития экспериментальной и полигонной базы научных организаций авиационной промышленности в рамках формирования системы государственного управления научными исследованиями и разработками.

## **Литература**

1. Управление научно-техническим прогрессом в аэрокосмической отрасли: иностранный опыт для России. Под ред. Б.С. Алешина, А.В. Дутова, С.Л. Чернышева / М.: Центр анализа стратегий и технологий, 2017. 215 с.
2. Федеральная целевая программа «Развитие гражданской авиационной техники России на 2002 – 2010 годы и на период до 2015 года». Утв. Постановлением Правительства РФ от 15.10.2001 №728 (в ред. Постановления Правительства РФ от 11.11.2015 №1220).

3. Постановление Правительства РФ от 12.08.2008 №590 «О порядке проведения проверки инвестиционных проектов на предмет эффективности использования средств федерального бюджета, направляемых на капитальные вложения» (в ред. Постановление Правительства РФ от 28.12.2017 №1678).

4. Федеральный закон от 30.12.2009 №384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» (в ред. Федерального закона от 2.07.2013 №185-ФЗ).

5. СП 255.1325800.2016 «Здания и сооружения. Правила эксплуатации. Основные положения». Утв. приказом Минстроя России от 24.08.2016 №590/пр.

6. Методика оценки эффективности использования средств федерального бюджета, направляемых на капитальные вложения. Утв. приказом Минэкономразвития России от 24.02.2009 г. №58 (в ред. приказа Минэкономразвития России от 5.02.2018 №34).

7. Постановление Правительства РФ от 14.01.2017 №9 «Об установлении запрета на допуск товаров, происходящих из иностранных государств, работ (услуг), выполняемых (оказываемых) иностранными лицами, для целей осуществления закупок товаров, работ (услуг) для нужд обороны страны и безопасности государства»

**Секция 3. Модели организации исследований и разработок в  
цифровой экономике  
(модератор – В.М. Тюрин, директор департамента стандартизации,  
сертификации и управления качеством ФГБУ «НИЦ «Институт имени  
Н. Е. Жуковского»)**

## Критерии оценок в системе повышения квалификации

*Доронин А.Н., к.т.н., генеральный директор,  
ООО НТЦ «Восток»*

*Николаев М.И., к.т.н., доцент кафедры «Приборостроение». Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева– КАИ». Чистопольский филиал «Восток»  
[nmi.kai@mail.ru](mailto:nmi.kai@mail.ru)*

**Аннотация.** Важнейшим элементом математического моделирования является практическая апробация. Для тестирования результатов исследований и разработок, модель должна содержать параметры, дающие количественную оценку, адекватно воспринимаемую как на этапе разработок, так и на этапе практической реализации. Причём, в условиях цифровой экономики появляется возможность увязать параметры моделирования любых процессов с экономическими результатами. В этом ключе рассмотрены оценки процесса повышения квалификации.

**Ключевые слова:** классификация, модель, образование, квалификация, оценка.

### Введение

В условиях конкурентной среды и необходимости быстрых решений, повышение квалификации является актуальной и системной экономической задачей. Система повышения квалификации (СПК) представляет повышение квалификации в широком смысле, аналогично понятию «непрерывное образование». Включает также образование и переподготовку – в качестве фундаментальной основы повышения квалификации (ПК).

Такова сложившаяся структура непрерывного образования. Она тождественна классификации образования по признаку продолжительности обучения. Объектом рассмотрения являются оценки обучающихся в системе повышения квалификации. Качественной оценкой являются классы системы. Количественной оценкой являются баллы за обучение в каждом классе. Предметом рассмотрения является взаимосвязь оценок и экономических результатов.

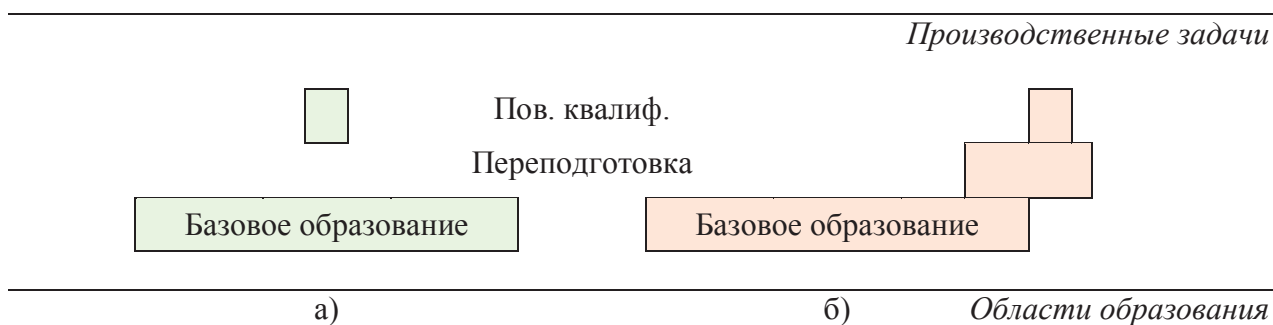
### 1. Классификация образования по признаку продолжительности обучения

- базовое образование;
- переподготовка;
- повышение квалификации.

Экономические результаты формируются как разность между эффектом от повышения квалификации (ЭПК) и расходами на повышение квалификации (РПК).

Для минимизации РПК необходимо согласование областей для всех трёх классов СПК. На рисунке 1 изображена пирамида СПК, иллюстрирующая это утверждение.





*Рис. 1. Пирамида СПК*

Вариант а.  
 Пирамида устойчивая.  
 Области образования согласованы.  
 Переподготовка не требуется.  
 Повышение квалификации выполняется  
 быстро и в широкой области  
 производственных задач.

Вариант б.  
 Пирамида рушится.  
 Области образования не согласованы.  
 Требуется время на переподготовку.  
 Повышение квалификации возможно в  
 небольшой области.

Очевидно, что для придания устойчивости пирамиде по варианту «б» необходима оперативная адаптация базового образования.

Выводы по результатам применения классификации.

1. Несогласованность областей образования ведёт к временным затратам и снижению эффективности СПК.
2. Расходы на обучение кратковременны, эффект от обучения постоянен.
3. Образование является базой повышения квалификации, при этом не входит в расходы на повышение квалификации.

Одним из препятствий для корректной оценки является «пороговое несоответствие» [1]. Это несоответствие между оцениваемой величиной и исследуемым свойством объекта. Чтобы избежать этого несоответствия при оценивании эффекта от повышения квалификации, необходимо определиться с начальными условиями. Это частные данные относительно времени использования результатов ПК; ресурса; договорных обязательств; оборудования. Таким образом, сформирована ещё одна классификация.

## **2. Классификация СПК по признаку начальных условий:**

- период использования результатов ПК;
- ресурс;
- договорные обязательства;
- оборудование.

Без учёта этих признаков невозможно оценить эффективность СПК. Следовательно, невозможно корректно увязать баллы за обучение и экономическую эффективность. Возможно, в силу малого времени использования результатов ПК наибольшие баллы должны начисляться за скорость усвоения материала. Возможно, что обучение должно быть признано наилучшим, когда результаты могут быть применены на конкретном оборудовании.

Как правило, курсы не учитывают необходимость дополнительной классификации. Занятия проводятся в больших группах, с опозданием актуализируются программы. Оперативность ПК низводится до уровня базового образования, ПК теряет смысл.

Предложенная классификация содержит критерии для формирования оценок в СПК. Для реализации критериев предлагается.

1. Совмещать области образования (рис. 1), чтобы пирамида, напоминающая авианосец (вариант б) была трансформирована в пирамиду, напоминающую юлу (вариант а). Для этого необходима оперативная адаптация базового образования. На уровне высшего образования специальные предметы изучаются преимущественно на трёх последних курсах. Поэтому горизонт планирования приобретения нового оборудования, договорных отношений, а также период расчёта экономической эффективности СПК по умолчанию может быть принят трёхлетний. Эти действия, безусловно, инерционны, но хороши тем, что не требуют дополнительных затрат.

2. Назначать ответственного специалиста, способного в сжатые сроки пройти обучение или самообучение, чтобы повысить, прежде всего, свою квалификацию. В дальнейшем тиражировать свой опыт, персонифицировано, на предприятии, без отрыва работников от производства. Такой персонифицированной работы будет меньше, если адаптировано базовое образование к специфике производства, т.е. выполнен п.1.

3. Различать общие и частные критерии оценок в СПК. Общие критерии остаются постоянными для всех уровней СПК – базовое образование, переподготовка, повышение квалификации. К таковым может относиться, например, посещаемость занятий. Частные критерии – переменные. Например, тип оборудования, на котором работает тот или иной обучающийся. Выявлять и актуализировать частные критерии.

.Задача специалиста СПК – освободить сотрудника от несвойственной ему функции самообучения.

Задача системы СПК – согласовать общие и частные критерии посредством постоянного согласования областей образования.

## **Заключение**

Актуальность рассмотренных вопросов подтверждается тем, что востребованы специалисты по *KPI*. Это английская аббревиатура от *key performance indicators*, – ключевые параметры эффективности. В одном из докладов [2] на предыдущей конференции рассматривались критерии оценки качества образования.

Предложены дополнительные критерии оценок. Применение этих критериев актуализирует оценки в СПК, увязывает с экономическими результатами. Предложены действия по реализации этих критериев.

Развитием рассмотренной темы могла бы стать классификация, выделяющая динамические критерии, а также динамику изменения критериев. Применение инструментов интеллектуального партнёрства [3] в качестве критериев оценки СПК наверняка также повысило бы эффективность СПК, поскольку авторские ограничения затрудняют оперативное применение многих решений. Возможно, такая детализация классификации сделала бы оценки в СПК более точным инструментом в условиях цифровой экономики.

## **Литература**

1. Сергеев, А. Г. Метрология [Текст] : учеб. пособие для вузов / А. Г. Сергеев, В. В. Крохин. — М. : Логос, 2000. — 408 с.
2. Павшок О.П. Основные критерии оценки качества образования и компетентности выпускников высших учебных заведений по ИТ специальностям [Текст] / Проблемы управления научными исследованиями и разработками – 2017. // Труды третьей научно-практической конференции. — М. : ИПУ РАН : НИЦ «Институт им. Н.Е. Жуковского», 2017. — С. 254-256.
3. Николаев М.И. Интеллектуальное партнёрство в исследовательской и образовательной деятельности [Текст] / Инжиниринг & Телекоммуникации – En&T-2015. // Междунар. конф. МФТИ : Тезисы докладов. — М. : ХОМОПРИНТ, 2015. — С. 361-365.

## **Карта науки и анализ текстов: объективные инструменты информационно-аналитического обеспечения научной деятельности и управления в сфере науки**

*Крейнес М.Г., к.ф.-м.н., генеральный директор  
[mkrf@yandex.ru](mailto:mkrf@yandex.ru)*

*ООО «БАЗИСНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»*

Сервисы информационно-аналитического обеспечения научно-технической деятельности ориентированы на ученых, организаторов науки, лиц, принимающих решения в научно-технической сфере, на общество в целом, заинтересованное в результативности исследований и разработок. Такая разнопрофильная целевая аудитория определяет необходимость создания прозрачного по методическим и технологическим подходам инструментария, способного: фиксировать объективную картину научного мира, обеспечивать объективные результаты поиска научной информации и ее носителей, адекватные потребностям того, кто информацию ищет, объединять научные результаты и носителей научной мысли в объективно содержательно сопоставимые группы. Основой решения подобных задач является карта науки.

Карта науки – пейзаж и жанр научно-технической ситуации. Жанр – тематики исследований и разработок. Пейзаж – распределение по тематикам результатов и акторов научно-технической деятельности. Акторы – это ученые, коллективы, организации, научные сообщества, научно-технические издания, научные журналы, конференции, наконец, регионы и страны, в которых проводятся исследования. Пейзаж и жанр научно-технической ситуации должны определять место результата и актора на карте науки, объективную и декларируемую картину научной деятельности актора, динамику изменений научной деятельности актора, сопоставимых и несопоставимых по тематике акторов, распределение по тематикам разнообразных показателей качества отдельных результатов и акторов. Ведь даже простое сопоставление научной результативности по библиометрическим и наукометрическим индексам для различных предметных областей неправомерно [1, 2], в частности, из-за различий на порядки в величинах индексов цитирования, например, для онкологии и линейной алгебры (см. конкретные данные в [3]).

Реалистическая и актуальная карта науки – мощный инструмент информационно-аналитического обеспечения научно-технической деятельности. Это средство поиска информации и акторов, удовлетворяющих конкретным содержательным требованиям,

основа ранжирования и сопоставления конкретных результатов и акторов научной деятельности.

Однако при создании карты науки мы сталкиваемся с двумя принципиальными проблемами: как оперативно сформировать объективную картину тематики исследований и разработок, как достоверно и воспроизводимо распределить по тематикам результаты и акторов. К сожалению, традиционные подходы субъективны, плохо воспроизводимы, манипулируемы и инерционны. Априорное задание жанров (тематической структуры исследований и разработок) в форме классификационных схем, тезаурусов или онтологий требует трудоемкого и длительного процесса их создания и верификации, иногда настолько длительного, что научная мысль существенно обгоняет создание классификационных схем, призванных определять направления ее развития. Практическое применение априорных представлений о тематической структуре исследований сопряжено с высокой вариабельностью результатов классификации (отнесения к конкретным тематическим категориям) результатов и акторов не только разными экспертами, но и определенным экспертом в разное время [4].

Научная деятельность неразрывно связана с порождением текстов: научных статей, отчетов, диссертаций, заявок на получение грантов и т.п. Поэтому не новы попытки подойти к формированию карты науки с применением методов анализа текстовой информации. К сожалению, ориентация на онтологии для практической вычислительной категоризации текстов научного характера накладывает жесткие ограничения на возможности фиксации использования новых терминов и реально полезна только для узких предметных областей с устойчивой терминологической базой. Не удастся надежно реализовать тематическую категоризацию научных текстов и по данным библиометрии, которые существенно искажаются влиянием «научной моды», сложившейся структуры научного цитирования (в том числе, переписыванием ссылок из статьи в статью) и профессиональных отношений, включающих так называемое «дружественное» – содержательно неоправданное цитирование.

Альтернативой традиционных подходов является вычислительное формирование карты науки по результатам моделирования и анализа текстовых коллекций, ассоциированных с акторами научной деятельности. Принципиальными преимуществами технологического вычислительного построения тематической структуры текстовых коллекций являются отсутствие априорных схем содержания, адаптация к особенностям коллекции и оперативность построения.

В данной работе для вычислительного формирования карты науки применен комплекс вычислительных моделей текстов и текстовых коллекций, обзор которых

приведен в [5]. Построение моделей базируется на комбинаторике встречаемости слов в тексте, не зависит от взаимного расположения слов в тексте, не использует знаний о грамматике, о значении слов, о содержательных сочетаемости, группировке и семантической классификации слов. Используются только знания о морфологии языка для идентификации различных словоформ слова как относящихся к одной лемме (основной форме слова). Наши модели существенно отличаются от классических векторных и частотных моделей текстов [6, 7] (моделей типа TF/IDF – term frequency / inverse document frequency), латентного семантического анализа [9], популярных в последние годы моделей слов (word2vec) [10] и тематических моделей текстовых коллекций (topic modeling) [11, 12] как по принципам построения, так и по результатам применения. Векторные модели и модели типа TF/IDF в разнообразных модификациях приводят к ошибкам при поиске содержательно схожих текстов в 40-60 % случаев [13, 14]. Модели типа word2vec – модели слов (а не текстов), формируемые как наиболее вероятные ближайшие соседи анализируемого слова, отражают его наиболее распространенный контекст. Сравнение с экспертными оценками при прогнозировании человеком слова по его ближайшему контексту (словарному окружению) и контекста по слову показывает совпадение на уровне 30-40 %. Указанные модели по характеру формирования не учитывают появление новых контекстов слов до их широкого распространения. Применение моделей типа word2vec для анализа текстов обосновано только для текстов настолько малого объема, что их содержание может быть адекватно ассоциировано с почти любыми словами текста (пример – название научной статьи). В иных случаях требуется исходно выделить ключевые слова текстов (распространенный прием – использование моделей типа TF/IDF) и только затем выполнять их сравнение по контекстам. Тематические модели текстовых коллекций и латентный семантический анализ сформулированы как чисто математические задачи анализа статистических данных и не используют содержательных предположений об особенностях текстов на естественных языках. В итоге появляются трудности при интерпретации результатов, например, возникновение не интерпретируемых содержательно тематических групп при анализе текстовых коллекций [14, 15].

Формирование наших моделей опирается на содержательное предположение: основным носителем семантики произвольного текста на естественном языке является множество слов, отличающее текст от текстовой коллекции, определяющей естественный язык, на котором написан текст. Наша гипотеза основана на двухуровневой модели восприятия текстовой информации, выделяющей знаковый (семиотический) уровень и логико-семантический уровень, на котором происходит интерпретация и, возможно, уточнение результатов семиотического уровня. При этом семиотический уровень

восприятия формирует базовые структуры для уровня интерпретации и может быть достаточно эффективно формализован без использования знаний о семантике и о грамматике языка. Это весьма сильное предположение, т.к. оно в явном виде содержит утверждение о возможности построить содержательно интерпретируемую модель текста, не используя информацию о грамматических конструкциях, о смысле и значении слов. Такое утверждение практически общепринято при дистрибутивно-статистическом анализе текстов [16], при построении векторных моделей текстов [6, 7] и векторных моделей слов [10], при реализации методов латентного семантического анализа [9] и в тематическом моделировании текстовых коллекций [11, 12].

Вычислительное построение моделей текстов основано на следующих предположениях.

1) Текст и референтная текстовая коллекция, определяющая естественный язык, на котором написан текст, представимы «мешком слов» - частотными словарями лемм, соответственно, текста и коллекции.

2) Основным семиотическим носителем семантики текста является множество слов, отличающее текст от референтной коллекции (для формирования модели текста не нужны знания о значении слов и грамматика).

3) «Расширенный» мешок слов текста – пересекающиеся компоненты «стандартного» мешка слов, отличающиеся минимальной частотой использования в референтной коллекции текстов, позволяют учитывать особенности естественного языка, когда для передачи тематики и содержания текста необходимы не только редкие, но и «обычные» слова.

4) Множество слов, отличающее текст от референтной коллекции, составляют слова, входящие в пары слов, сильно связанные в тексте (в смысле определенного комбинаторного критерия, учитывающего число употреблений слов в тексте и в референтной коллекции) и не демонстрирующие такой связи в референтной коллекции текстов в рамках каждой компоненты «расширенного» мешка слов текста – отсюда матричная модель текста.

5) Вес слова в элементе модели текста (строке матрицы), соответствующей компоненте «расширенного» мешка слов – максимальное для текста значение комбинаторного индекса, вычисляемого для пар анализируемое слово – каждое другое слово текста, нормированное к максимальному для текста значению индекса в рамках каждой компоненты «расширенного» мешка слов текста.

6) Для приближенного описания текста число столбцов матричной модели можно ограничить фиксированной величиной, тогда получим матричную модель текста – две

матрицы, строки которых соответствуют компонентам «расширенного» мешка слов текста, элементы первой – слова, упорядоченные по невозрастанию веса слов текста, элементы второй – веса слов. Для текстов объемом до 400 Кбайт в текстовом формате в вычислительно построенную модель, как правило, входит не более 40 – 60 слов с весовыми коэффициентами, характеризующими значимость слова для представления тематики и содержания текста. Тем самым удалось существенно снизить размерность описания текстов на естественных языках по сравнению с распространенными векторными моделями текстов.

Предложенные нами модели – это интерпретируемые модели, формируемые на семиотическом уровне. Необходимо подчеркнуть, что сама интерпретация модели текста и/или самого текста основана на знаниях семантики языка и на общих представлениях о мире, носителем которых является человек. Входящие в модель слова дают адекватное представление о тематике и содержании текста. Эксперимент по сопоставлению наиболее значимых слов моделей сотен текстов научных статей с выделенными авторами ключевыми словами продемонстрировал хорошее соответствие. Для моделей текстов сформулирована оригинальная модель количественного показателя сходства. Оказалось, что величина показателя сходства моделей хорошо соответствует экспертным суждениям о содержательном сходстве текстов. Наличие моделей позволило организовать вычислительно эффективный поиск содержательно схожих текстов в масштабных электронных коллекциях с ранжированием результатов по количественному показателю содержательного сходства текстов (анализ опыта практического применения такого поиска см. [17, 18]).

Модели текстов обеспечили переход к полностью вычислительному формированию моделей текстовых коллекций, выявляющих их тематическую структуру без использования априорных классификационных схем.

Построение моделей текстовых коллекций основано на следующих предположениях.

1) Тематика коллекции может быть охарактеризована суммарно наиболее весомыми словами коллекции.

2) Множество слов, характеризующее тематику коллекции, составляют слова, сильно связанные в коллекции текстов, связанность слов в коллекции проявляется совместным появлением в текстах коллекции (не обязательно рядом, в одном предложении, абзаце и т.д.).

3) Вес слова в модели коллекции – максимальное для слова значение комбинаторного индекса, характеризующего связанность слов в коллекции для пар



анализируемое слово – каждое другое слово из числа наиболее весомых слов коллекции. Отличие от оценки связи слов в модели текста заключено в независимости от числа употреблений слова в тексте, но в зависимости от числа текстов, в которых оба слова встретились, и от числа текстов в которых встречается каждое из слов.

4) Для каждого слова, связанные с ним упорядоченные по весу слова из числа наиболее весомых слов коллекции, определяют содержательный контекст слова в рамках коллекции.

5) Вес слова определяет деление наиболее весомых слов коллекции на семантические характеристики (позволяют сформировать тематические группы текстов) и стилистические характеристики (характерны для значительного числа тематических групп), а также выделить слова - маркеры коллекции в целом (существенны для содержания большей доли текстов коллекции).

Тематические группы формируются вычислительно в ходе кластеризации содержательных контекстов слов. В результате кластеризации определяется число тематических групп, их состав и вес слов, входящих в группы. Вес слова в группе характеризует его значимость для представленной группой слов тематики. Наиболее значимые слова для каждой тематической группы легко интерпретируются и позволяют человеку сформулировать заголовок для группы. Модели текстов и модели текстовых коллекций послужили также базой создания моделей вычислительной тематической категоризации текстов [3, 5]. Таким образом, модели текстов и текстовых коллекций позволяют полностью вычислительно сформировать модель таксономии текстовой коллекции – выделить основные тематические группы коллекции и соотнести с ними тексты коллекции. Категоризация текстов выполняется на основании показателя «притяжения» текста к группе, зависящего от весов слов в моделях текста и группы. Для коллекций научных текстов построение такой модели означает вычислительное формирование карты науки, адаптированной к реальной коллекции текстов без использования априорных классификационных схем.

Ниже приведен пример вычислительно сформированной модели масштабного корпуса текстов, включающего 922231 русскоязычную научную статью (общее число словоупотреблений – 1 852 000 865), опубликованных в период 2011 – 2015 годов, полнотекстовые индексы которых предоставлены информационным ресурсом Электронная научная библиотека (elibrary.ru). По существу, приведена карта российской науки, представленной научными публикациями указанного периода. Предварительная обработка текстов не производилась, не выполнялось исправление опечаток, в том числе, опечаток, возникших в результате распознавания текстов. Для всех статей построены

матричные модели. По матричным моделям статей вычислительно сформирована модель корпуса текстов и выполнена категоризация статей (их отнесение к тематическим группам, сформированным при построении модели). Всего в модель корпуса текстов вошло 926 слов. Из них 709 слов позволяют дифференцировать тематику текстов коллекции и 210 слов характеризуют – стилистические характеристики коллекции. Маркерами коллекции оказались 7 слов: условия; система; вид; различный; образ; основной; время. На долю первых приходится 234 582 270 словоупотреблений, на долю вторых – 224 775 594 словоупотреблений, на долю семи слов маркеров коллекции в целом – 21 926 695 словоупотреблений. В модели вычислительно выделено 79 тематических групп. В среднем, статья соотнесена с двумя тематическими группами. В качестве примера приведены первые 5 наиболее «весомых» слов для тематических групп модели корпуса статей. Тематические группы упорядочены по числу слов, отнесенных к группе. Группы, следующие за 20-й, главным образом конкретизируют тематику предыдущих групп. Поэтому для сокращения объема большая их часть не приведена.

Данные представлены в следующем формате: № группы; число слов в группе; число документов, отнесенное к группе; наиболее «весомые» слова группы; (интерпретация группы приведена в скобках).

- 1; 204; 261307; инвестиций, инвестиционных, сектора, финансирования, капитала; (экономика).
- 2; 153; 225082; вещи, реальности, философских, случайно, искусства; (гуманитарные науки).
- 3; 112; 199567; крови, препаратов, клинических, терапии, заболевания; (медицина).
- 4; 111; 166727; педагогов, учащихся, учителя, воспитания, заведений; (проблемы образования).
- 5; 75; 148635; излучения, алгоритм, переменных, уравнения, параметров; (точные науки).
- 6; 69; 97014; исполнения, обязанности, юридических, закона, актов; (юридические науки).
- 7; 43; 104944; излучения, нм, камеры, мкм, угол; (физика).
- 8; 39; 77678; Восточной, Северной, Востока, Южной, Северо; (регионоведение).
- 9; 31; 81143; камеры, нм, атомов, мкм, излучения; (техническая физика).
- 10; 26; 72111; моль, ионов, молекул, атомов, веществ (химия).
- 11; 17; 22515; Украины, Союза, Германии, Европы, европейских; (международные отношения)
- 12; 17; 28707; строительных, автомобилей, транспортных, транспорта, строительства; (строительство и транспорт).
- 13; 17; 29264; сорта, молочной, корма, кг, количество; (животноводство).
- 14; 13; 18340; заместитель, профессор, доктор, докладе, конференции; (научная жизнь).
- 15; 13; 17316; техники, машин, оборудования, технических, завод; (промышленное производство)
- 16; 11; 10552; гор, черной, белого, Красной, земли; (география).
- 17; 11; 12955; опасных, опасности, угрозы, последствий, конфликта; (проблемы безопасности).
- 18; 10; 15590; фронта, советской, войны, военной, партии; (история Отечественной войны).
- 19; 9; 22149; добычи, нефти, промышленности, промышленных, технологических; (добыча полезных ископаемых – горное дело).
- 20; 8; 22408; площади, га, природных, участков, почвы; (агрономия).

27; 6; 9695; компьютера, пользователя, цифровой, компьютерной, программного; (информатика).

30; 5; 9859; канала, сигнала, передачи, устройства, использования; (связь).

31; 5; 7180; энергии, тепловой, ядерных, энергетических, потока; (энергетика).

32; 6; 3656; конструкции, сопротивления, корпуса, материала, испытаний; (инженерное дело).

Интерпретируемость результатов не следует рассматривать в качестве определяющего критерия качества моделирования текстов на естественных языках: работая с языком не трудно получить внешне разумные результаты. Получение детальных экспертных оценок для масштабных экспериментов по оценке качества моделирования текстов мало реально ввиду невысокой воспроизводимости результатов экспертной категоризации [4] и требует огромных трудозатрат. Поэтому возникает необходимость в разработке альтернативного подхода к верификации результатов моделирования текстов и текстовых коллекций. Работа с коллекциями научных текстов предоставляет возможность верификации без привлечения экспертных суждений. Научные статьи, как правило, сопровождаются аннотациями. Если модели адекватно отражают содержание и тематику текстов и текстовых коллекций, то категоризация текстов и соответствующих им аннотаций должна приводить к близким результатам. Рассмотренный в данной статье комплекс моделей текстов и текстовых коллекций был верифицирован в эксперименте с масштабной коллекцией русскоязычных научных статей и их аннотаций (381 659 пар текст – аннотация для рассмотренного выше корпуса 922231 научных статей). Тематические категории были вычислительно определены для корпуса статей (см. выше), затем была выполнена вычислительная категоризация в соответствии с выявленной тематической структурой сначала текстов статей, а потом их аннотаций. Статьи и аннотации попали в одну и ту же тематическую категорию в 85 % случаев, что свидетельствует о высоком качестве моделей и возможности их практического применения.

Модели текстов и модели текстовых коллекций послужили базой создания моделей вычислительного количественного определения тематического сходства коллекций на основании анализа моделей коллекций или на основании анализа распределения текстов коллекций по тематическим группам корпуса текстов, в который входят сравниваемые коллекции [3, 5]. В последнем случае коллекция характеризуется «весами» тематических групп, определяемыми «притяжением» текстов коллекции к каждой тематической группе. Формируемая таким образом на основании моделей текстов и текстовых коллекций модель тематического сходства была экспериментально верифицирована для 1100 русскоязычных научных журналов (каждый представлен более чем 100 статьями в рассмотренном выше корпусе русскоязычных научных статей).

Ниже приведены примеры полученных вычислительных оценок тематического сходства для ряда журналов (жирным шрифтом выделено название журнала, для которого после двоекотия приведены три наиболее тематически близких издания с оценкой количественного показателя тематического сходства).

**Вестник Московского университета. Серия 2: Химия:** Сорбционные и хроматографические процессы 0.895; Журнал физической химии 0.791; Журнал аналитической химии 0.741.

**Успехи химии:** Журнал органической химии 0.759; Нефтехимия 0.619; Известия Академии наук. Серия химическая 0.608.

**Вестник Казанского государственного технического университета имени А.Н. Туполева:** Вестник Московского авиационного института 0.774; Наука и образование: электронное научно-техническое издание 0.770; Вестник Воронежского государственного технического университета 0.752.

**Известия ТИНРО (Тихоокеанского научно-исследовательского рыбохозяйственного центра):** Вопросы рыболовства 0.718; Известия Иркутского государственного университета. Серия: Биология. Экология 0.692; Биология внутренних вод 0.682.

**Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия: Социальные науки:** Ученые записки Забайкальского государственного университета. Серия: Философия, социология, культурология, социальная работа 0.753; Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена 0.734; Известия Уральского федерального университета. Серия 1: Проблемы образования, науки и культуры 0.711.

**Детские инфекции:** Педиатрическая фармакология 0.902; Вопросы практической педиатрии 0.898; Российский аллергологический журнал 0.893.

**Зоотехния:** Молочное и мясное скотоводство 0.823; Проблемы биологии продуктивных животных 0.659; Сборник научных трудов Всероссийского научно-исследовательского института овцеводства и козоводства 0.583.

**Агрехимия:** Агрехимический вестник 0.677; Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук 0.609; Плодородие 0.586.

**Проблемы современной экономики:** Современные проблемы экономического и социального развития 0.853; Вестник экономической интеграции 0.834; Транспортное дело России 0.833.

**Вопросы философии:** Вестник Московского университета. Серия 7: Философия 0.828; Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Философия 0.804; Вестник Пермского университета. Российская и зарубежная филология 0.797.

**Известия Российской академии наук. Серия литературы и языка:** Искусствознание 0.911; Русская речь 0.867; Филология и человек; 0.855.

**Музыка и время:** Музыкаведение 0.945.

**Неорганические материалы:** Расплавы 0.903; Физика и химия стекла 0.878; Конденсированные среды и межфазные границы 0.846.

**Теплофизика высоких температур:** Физико-химическая кинетика в газовой динамике 0.902; Известия Российской академии наук. Серия физическая 0.787; Известия высших учебных заведений. Физика 0.778.

**Физико-химическая кинетика в газовой динамике:** Теплофизика высоких температур 0.902; Известия высших учебных заведений. Физика 0.788; Известия Российской академии наук. Механика жидкости и газа 0.770.

**Банковское дело:** Финансовые исследования 0.934; Деньги и кредит 0.896; Финансы и кредит 0.867.

**Российское предпринимательство:** Экономические и гуманитарные науки 0.936; Финансовая аналитика: проблемы и решения 0.908; Финансовая экономика 0.896.

**Психология обучения:** Социальная педагогика 0.937; Муниципальное образование: инновации и эксперимент 0.806; Среднее профессиональное образование 0.796.

**Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Педагогика:** Вектор науки Тольяттинского государственного университета. Серия: Педагогика, психология 0.907; Педагогическое образование в России 0.890; Эксперимент и инновации в школе 0.876.

**Хирургия позвоночника:** Травматология и ортопедия России 0.928; Гений ортопедии 0.925; Вестник Уральской медицинской академической науки 0.917.

**Анналы клинической и экспериментальной неврологии:** Мануальная терапия 0.957.

**Сборник научных трудов Всероссийского научно-исследовательского института овцеводства и козоводства:** Свиноводство 0.593; Достижения науки и техники АПК 0.587; Зоотехния 0.583.

**Авиакосмическое приборостроение:** Известия высших учебных заведений. Приборостроение 0.779; Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика 0.741; Вестник Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана. Серия: Приборостроение 0.737.

Следует подчеркнуть, что данный результат получен при представлении тематики сравниваемых коллекций «весами» 79 тематических групп, соответствующих модели корпуса научных статей. Названия журналов, статей, фамилии авторов, система ссылок при определении тематически близких изданий не использованы. Приведенные примеры включают в качестве журналов издания, по названиям которых можно ожидать высокую степень тематического сходства. Результаты показывают для ряда таких журналов различия в перечнях тематически близких изданий, что, по мнению экспертов, хорошо соответствует реальной тематике публикаций и подтверждает высокую правильность и чувствительность моделей текстов, текстовых коллекций и производных от них моделей, применяемых для анализа научной текстовой информации. Вычислительно сформированные по моделям текстовых коллекций, опубликованных в сравниваемых журналах (без использования модели корпуса статей), оценки тематического сходства ранее частично опубликованы в [3], где они применены для выявления сопоставимых научных журналов с целью сравнения их библиометрических/ наукометрических показателей.

Сопоставление моделей коллекций научных статей, различающихся временем опубликования, позволяет вычислительно выявлять изменения научных трендов. Приведем пример из результатов вычислительного анализа коллекций публикаций за

периоды 1960 – 1979 годы и 1980 – 1996 годы в авторитетном научном журнале Science. Для каждой из коллекций вычислительно сформированы модели, характеризующие тематику публикаций за период, и выявлены близкие группы.

Сопоставим модели тематических групп, представляющих исследования в области молекулярной биологии и генетики. Приведены наиболее «весомые» слова моделей. Для публикаций 1960 – 1979 годов семантическими характеристиками оказались следующие слова (здесь и далее в скобках указан вес слова, характеризующий его значимость для тематики группы): isolated (100%), medium (100%), enzyme (100%), extract (100%), synthesis (100%), ml (100%), pH (99%), mg (99%), RNA (99%), serum (99%), mixture (99%), virus (99%), strain (99%), membrane (99%), culture (98%), mice (98%), active (97%), fraction (95%), chain (77%) ... (всего слов: 28) стилистическими характеристиками оказались: acid (100%), presence (99%), preparation (99%), concentration (99%), cells (99%), treated (80%), activity (79%) (всего слов: 16). Для публикаций 1980 – 1996 годов (всего в тематической группе 16275 публикаций) семантическими характеристиками оказались следующие слова: expression (100%), RNA (100%), DNA (99%), fragments (99%), mutant (99%), probe (99%), residues (99%), amino (99%), enzyme (99%), mice (99%), lane (99%), membrane (99%), mutations (99%), strain (98%), chain (98%), binding (98%), regulation (94%), peptide (94%), domain (93%), virus (93%), antibody (92%), infected (92%), receptor (90%), tumor (90%), HIV (88%), induced (86%), chromosome (84%), infection (82%), genetic (81%) (всего слов: 47), стилистическими характеристиками оказались: gene (100%), sequence (99%), protein (99%), molecular (98%), detected (96%), cells (94%), biology (79%) (всего слов: 12).

Также сопоставим модели тематических групп, представляющих работы в области исследований окружающей среды, космоса и экологии. Для публикаций 1960 – 1979 годов выявлены три тематические группы. Для группы, связанной с космическими исследованиями (6229 текстов), семантическими характеристиками оказались следующие слова: solar (96%), atmosphere (88%), radiation (85%), earth (85%), ray (85%), rocks (76%)... (всего слов: 14); стилистическими характеристиками оказались: energy (61%), measurements (60%), water (60%)... (всего слов: 9). Для группы, затрагивающей проблемы экологии (4930 текстов), семантическими характеристиками оказались следующие слова: flow (93%), layer (86%), zone (84%), depth (84%), rocks (84%), heat (80%)... (всего слов: 10), стилистическими характеристиками оказались: temperature (80%), distribution (66%)... (всего слов: 7). Для группы с «морской» проблематикой (2502 текстов) семантическими характеристиками оказались следующие слова: soil (92%), ocean (92%), marine (90%), environment (89%)... (всего слов: 6), стилистическими характеристиками оказались: water (66%), population (32%) (всего слов: 2). Для публикаций 1980 – 1996

годов трем группам соответствует одна (всего в тематической группе 11122 публикаций). Ее семантическими характеристиками оказались следующие слова: ocean (99%), global (97%), Mars (96%), earth (94%), climate (87%), ice (86%), cloud (84%), solar (80%), estimate (78%), zone (78%), impact (75%), satellite (70%), marine (69%),.. NASA (56%)...(всего слов: 37), стилистическими характеристиками оказались: space (64%), techniques (55%)...(всего слов: 5).

Приведенные модели показывают естественную для развития науки преемственность тематики исследований. Одновременно приведенные модели демонстрируют различия, характерные для выделенных временных интервалов. В 1980 – 1996 годах исследования в области молекулярной медицины и генетики стали ориентироваться на проблемы медицины. Большое внимание в исследованиях заняли проблемы, связанные со СПИДом. Исследования Земли объединились с космическими исследованиями, с изучением океана, проблемами климатологии и экологии (для публикаций 1960 – 1979 годов данным темам соответствуют три тематические группы).

Вычислительный поиск содержательно схожих научных текстов и тематически близких текстовых коллекций определяет сопоставимые научные результаты и сравнимых акторов научной деятельности, породивших соответствующие текстовые коллекции. Это дает основу для адекватного сопоставления и ранжирования результатов и акторов и способно существенно повлиять на действующие модели их оценивания. До приобретения научной деятельностью «массового» характера распространение и оценка научных результатов и акторов научной деятельности были делом личных или (чаще) письменных контактов отдельных ученых. Создание модели объективного вычислительного оценивания качества научных текстов и акторов научной деятельности стало осознаваться как научная проблема при вовлечении в деятельность по получению научных знаний, по их распространению и практическому применению значительной части интеллектуальных и материальных ресурсов общества. На данный момент сформировались два принципиальных научных направления развития моделей объективного оценивания научных текстов и акторов научной деятельности: модели агрегирования мнений экспертов, призванные уменьшить влияние субъективности на итоговую оценку, и библиометрия/наукометрия как естественный способ обобщения мнений специалистов об опубликованных научных результатах. В последние годы научному сообществу и лицам, принимающим решения в сфере управления наукой, стали очевидны недостатки указанных научных направлений в создании моделей оценивания результатов и акторов научной деятельности. Многочисленные работы посвящены критике методов агрегирования экспертных мнений и выявлению недостатков библиометрических/

наукометрических индексов как способов объективного оценивания текстов научного характера и акторов научной деятельности (см. библиографию в [1, 3]). Претензии связаны с отсутствием прямых связей наукометрических показателей с качеством и значимостью научных результатов, с расхождениями экспертных оценок и данных наукометрии, с несогласованностью самих экспертных оценок (см. обзор [1]). Лукавство библиометрии связывают с научной модой и дружественным цитированием, искажающими библиометрические показатели. Вспоминают в связи с неоправданностью использования наукометрии при принятии решений в области управления и организации науки закон Гудхарта «Any observed statistical regularity will tend to collapse once pressure is placed upon it for control purposes» [1]. Общим местом стало указание на необходимость использования для объективного оценивания научных текстов вычислительных моделей их содержания (см., например, [19]). Тем более, что наукометрические показатели существуют только для опубликованных текстов и не помогают для оценки результатов не опубликованных и перспективных (заявляемых) исследований.

Модели текстов и текстовых коллекций позволяют сформулировать подходы к определению и вычислительному оцениванию содержательной ценности и оригинальности научных текстов относительно текстовых коллекций [20, 21] (результаты расчетов для ряда публикаций в журнале Science приведены в [22]) и включить соответствующие показатели в процедуры оценки научных результатов и акторов научной деятельности. Вместе с моделью контекста научного текста, включающей три компонента [21]: объективный контекст (содержательно близкие тексты, вычислительный поиск которых реализован с использованием матричных моделей), авторский контекст (тексты, на которые ссылается автор) и читательский контекст (тексты, которые ссылаются на научный текст), – вычислительные оценки содержательности и оригинальности научных текстов служат основой выявления содержательно неоправданного цитирования.

Карты науки и методы моделирования текстов дают возможность текстам и текстовым коллекциям (акторам) кратко и внятно «говорить» о своем содержании и тематике «собственным голосом» без помощи библиографов и интерпретаций экспертов и рецензентов. Пользователь соответствующего информационно-аналитического обеспечения получает объективное и независимое представление о содержании, содержательной ценности, структуре и многих других характеристиках текстов научного характера и акторов научной деятельности.

Объективная карта науки и методы моделирования текстов существенно увеличивают ценность масштабных текстовых коллекций, решают проблему интеграции содержательного анализа научных текстов и данных наукометрии и библиометрии,



обеспечивают верификацию и сопоставимость указанных данных с использованием моделей текстов и акторов научно-технической деятельности.

Карта науки – информационно-аналитический инструмент содержательного поиска и интеграции различных показателей качества и характеристик содержательной ценности результатов и акторов научной деятельности. Карта науки на вычислительном уровне позволяет

- объективно выявлять сопоставимые тексты и сравнимых акторов (находить содержательный контекст для анализа и оценки текста и акторов), выполнять объективное сравнение текста и актора с содержательным контекстом,

- вычислительно реализовать объективную категоризацию текстов и акторов,

- объективно оценивать и ранжировать научные тексты и акторов,

- на вычислительном уровне реализовать помощь ученым, редакторам, лицам, принимающим решения, в содержательном поиске и анализе научных текстов, а также в поиске акторов научной деятельности, соответствующих содержательным требованиям,

- выявлять недобросовестных акторов научной деятельности (в частности, акторов, злоупотребляющих «дружественным» цитированием),

- на технологическом уровне обеспечить рост востребованности научных результатов и соответствующий рост цитируемости за счет организации содержательного и тематического поиска нужной пользователю информации.

## Литература

1. Rowlands I. What are we measuring? Refocusing on some fundamentals in the age of desktop bibliometrics // FEMS Microbiology Letters. 2018. V. 365. №. 8. fny 059
2. Adler R., Ewing J., Taylor P. Citation statistics // Stat. Sci. 24, 1, 1-14 (2009).
3. Крейнес М.Г., Крейнес Е.М. Модель управления выбором референтных коллекций для объективной оценки качества научно-технических публикаций по библиометрическим и наукометрическим показателям // Изв. РАН. ТИСУ. 2016. Т. 5. С. 73-89.
4. Saracevic T. Effects of inconsistent relevance judgments on information retrieval test results: a historical perspective // LIBRARY TRENDS. The Legacy of F. W. Lancaster. 2008. 56. 763–783.
5. Крейнес М.Г. Модели текстов и текстовых коллекций для поиска и анализа информации // ТРУДЫ МФТИ. 2017. Том 9, No 3 132-142.
6. Salton G., Buckley C. Term-weighting approaches in automatic text retrieval // Information Processing & Management. 1988. V. 24. No. 5. P. 513--523.

7. Trstenjak B., Mikac S., Donko D. KNN with TF-IDF based framework for text categorization // *Procedia Engineering*. 2014. V. 69. P. 1356-1364.
8. Wu H.C., Luk R.W.P., Wong K.F., Kwok K.L. Interpreting TF-IDF term weights as making relevance decisions // *ACM Transactions on Information Systems*. 2008. V. 26. No. 3. P. 13:1-13:37.
9. Handbook of Latent Semantic Analysis, Eds.: Landauer Th. K., McNamara D. S., Dennis S., Kintsch W. Psychology Press, 2013, 544 pp.
10. Mikolov T., Sutskever I., Chen K., Corrado G. S., Dean J. Distributed representations of words and phrases and their compositionality // In: *Advances in neural information processing systems*, 2013. P. 3111--3119.
11. Blei D.M. Probabilistic topic models // *Communications of the ACM*. 2012. V. 55 No. 4. P. 77-84.
12. Воронцов К.В. Аддитивная регуляризация тематических моделей коллекций текстовых документов // *Доклады РАН*. 2014. Т. 455. No 3. С. 268-271.
13. Aswani Kumar Ch., Srinivas S. On the performance of latent semantic indexing-based information retrieval // *Journal of Computing and Information Technology - CIT*. 2009. V. 17. No. 3. P. 259-264.
14. Kusner M. J., Sun Y., Kolkin N. I., Weinberger K. Q. From Word Embeddings To Document Distances // *Proceedings of the 32 nd International Conference on Machine Learning, Lille, France, 2015. JMLR: W&CP, V. 37. P. 957--966*.
15. Mimno D., Wallach H., Talley E., Leenders M., McCallum A. Optimizing semantic coherence in topic models // *Proceedings of the 2011 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing, Edinburgh, Scotland, UK, July 27--31, 2011. P. 262-272*.
16. Шайкевич А.Я., Андриющенко В.М., Ребецкая Н.А. Дистрибутивно-статистический анализ языка русской прозы 1850 - 1870 г.г. Т. 1. М.: Языки славянской культуры, 2013. 499с.
17. Петров А.Н., Крейнес М.Г., Афонин А.А. Семантический поиск неструктурированной текстовой информации на естественных языках в задачах организации экспертизы при реализации научно-технических программ // *Информатизация образования и науки*. 2013. Т. 18. № 2. С. 54--67.
18. Петров А.Н., Крейнес М.Г., Афонин А.А. Вычислительные модели семантики текстовых источников информации для информационно-аналитического обеспечения научно-технической экспертизы // *Математическое моделирование*. 2016. Т. 28. № 6. С. 33--52.
19. Фаддеев Л.Д. Из интервью журналу “Эксперт” // *Игра в цифрь, или как теперь оценивают труд ученого (сборник статей о библиометрике)*. М.: МЦНМО, 2011. С. 63--64.
20. Крейнес М.Г. Методы вычислительного анализа моделей семантики для оценки качества научных текстов // *Изв. РАН. Тису*. 2013. № 2. С. 64--75.
21. Крейнес М.Г., Крейнес Е.М. Модель управления построением объективной оценки качества научно-технических документов на основе анализа их содержательного контекста // *Изв. РАН. ТИСУ*. 2016. Т. 6. С. 97-106.

22. Крейнс М.Г., Афонин А.А., Крейнс Е.М. Оценка качества научно-технических документов на основе вычислительного анализа моделей семантики текстов на естественных языках // Информатизация образования и науки. 2013. Т. 20. № 4. С. 68–94.

*Научное издание*

**Проблемы управления  
научными исследованиями и разработками-2018**

ТРУДЫ

Четвертой научно-практической конференции

(26 ноября 2018 г., Москва)

В печать от 02.07.2019

Формат 60×90/8. Усл. печ. л. 24,5

Тираж 200 экз. Заказ № 111

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

**Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова**

Российской академии наук

117997, Москва, Профсоюзная, 65

dan@ipu.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение

**«Национальный исследовательский центр «Институт имени Н.Е. Жуковского»**

140180, Россия, Московская область, г. Жуковский, ул. Жуковского, д.1

info@nrczh.ru

**Отпечатано в типографии ООО «Гарант-Инвест»**

Москва, ул. Большая Ордынка, 13/9

тел. +7 (495) 223-60-44, www.sokrat-adv.ru