



Как преодолеть ловушки стереотипов, или Методы повышения результативности НИР



Андрей Сартори,
главный специалист ОКБ им. А. Люльки –
филиала ПАО «ОДК-УМПО», кандидат
физико-математических наук, доцент



Анастасия Соловьева,
главный конструктор ОКБ
им. А. Люльки – филиала
ПАО «ОДК-УМПО» (г. Москва)

За последние годы в России разработан ряд мер стимулирования кооперации науки и промышленности с целью укрепления технологического суверенитета страны [1]. Они ориентированы, в частности, на повышение результативности НИР при разработке критических технологий. Их своевременность обусловлена тем, что, согласно недавнему анализу Счетной палаты, несмотря на значительную государственную поддержку, результативность исследований остается невысокой [2]. При этом внутренние затраты на исследования и разработки в процентах от ВВП за последние 20 лет снизились с 1,18 до 1,02% [3]. Для того чтобы догнать и перегнать технологических лидеров, нет иного пути, как повысить результативность науки. Несмотря на то, что такая задача ставилась еще 5 десятилетий назад [4], она остается актуальной и в наши дни [2, 5, 6]. Стоит отметить: устойчивое повышение результативности требует системного подхода, переосмысления стереотипов, трансформации системы управления НИР и внедрения единого понятийного базиса, направленного на сближение целей исполнителя и заказчика. В данном контексте перспективной представляется модель «квалифицированного заказчика» (КЗ) – инициатора высокотехнологичного проекта, четко формулирующего технологический запрос, требования к качеству на всех этапах реализации и его контроль, рассматриваемая в рамках нового формата государственного финансирования фундаментальных исследований «Госзадание 2.0», ориентированного на поддержку прикладных интересов бизнеса [7].

Этот проект, предложенный Минобрнауки Российской Федерации, интересен для анализа тем, что дает возможность квалифицированного заказчика (КЗ) на ранней стадии подключиться к формированию целей и критериев достижения планируемых результатов, осуществлять направленный поиск решения. Начальные этапы разработки инновационных подходов сопряжены с высокими рисками, а финансовые ограничения заказчика не благоприятствуют таким затратам. В этих условиях государственная поддержка призвана способствовать преодолению высокорисковых этапов НИР, чтобы по успешным проектам перейти к стадии ОКР с более обоснованным привлечением ресурсов заказчика.

Тем не менее простое выделение средств, как показал опыт, не решает проблему. В рамках программы «ГЗ 2.0» просматривается разноречивость целей, задач, этапов, критериев готовности и достоверности предлагаемых проектов. Исполнители нередко придерживаются стереотипных, но неоднозначных формулировок и не всегда готовы внедрять новые формы управления НИР для повышения их эффективности. Преодоление сдерживающих шаблонов возможно при условии разработки прозрачного пути трансформации, начинать который следует с общих правил выполнения НИР в интересах промышленного заказчика, что потребует кропотливой и системной работы. В первую очередь это должно касаться выявления наиболее распространенных стереотипов, препятствующих внедрению результатов научно-исследовательских работ, разработки мер по их преодолению.

В информационном пространстве недостаточно внимания уделяется собственно методикам и практикам повышения результативности НИР как способу получения большего результата при меньших затратах [8, 9]. Анализ зарубежной практики не эффективен по причине того, что все действующие подходы создания инновационного продукта строго охраняются компаниями в режиме ноу-хау и, являясь составляющей частью мер обеспечения конкурентоспособности, не публикуются. Пробелы отечественных методик особенно заметны в ходе выполнения поисковых НИР в модели «квалифицированный заказчик» при разработке новых технологических решений в его интересах [10]. Разбор некоторых из них дан в работах [11, 12].

Стоит отметить, что роль КЗ на этапе НИР также содержит ряд системных неопределенностей, пре-

пятствующих эффективной реализации прикладных проектов. К числу проблемных зон относятся отсутствие четкой регламентации форм участия заказчика в процессе выполнения НИР, недостаточная детализация прав на результаты интеллектуальной деятельности (РИД) и обязанностей сторон, механизмов распределения затрат на проведение испытаний (верификацию практической значимости), а также отсутствие правовых гарантий долгосрочного спроса на ожидаемые результаты разработок. Дополнительным фактором выступает размытость формулировок, а также зачастую необоснованное смешение фундаментальных и поисковых исследовательских задач в рамках одного проекта.

Для преодоления указанных ограничений предлагается трансформация существующей модели взаимодействия, базирующаяся на системной корректировке подходов к формированию технического задания, методике управления НИР. Она предполагает усиление роли заказчика в оперативном руководстве, конкретизацию целевых установок и цифровизацию критериев оценки промежуточных и итоговых результатов. Принципиально важным аспектом является создание единых как для исполнителя, так и для заказчика индикаторов выполнения НИР на разных этапах не только через призму академической значимости, но и с позиции практической применимости. Таким образом, одним из путей повышения результативности научно-исследовательских работ является устранение стереотипов во взаимодействии между заказчиком и исполнителями. В узком контексте речь идет о формировании единого понятийного базиса для построения на его основе методики бережливого управления НИР (адаптированной концепции бережливого производства для сферы инноваций и разработок) – «больше результата с меньшими ресурсами». Введение единой терминологической базы – первый и необходимый шаг для перехода к детальной проработке процессов планирования, реализации и контроля научно-исследовательской деятельности, обеспечения прозрачности и управляемости жизненного цикла разработки.

Стереотипы и привычки ученых затрудняют выполнение проектов КЗ, направленных на повышение конкурентоспособности изделий, поиск наилучших решений. Одно из наиболее устойчивых заблуждений – тезис о достаточности нормативной регламентации технического задания исключительно положениями государственных стандартов (ГОСТ Р 15.101-2021, <https://files.stroyinf.ru/Data/733/73306.pdf>).

Несмотря на то, что в них установлены базовые требования к оформлению документации, они не способны охватить все нюансы и особенности конкретного проекта. В реальности техническое задание должно быть гибким и адаптированным к специфике научной работы, стратегическим целям и прикладным задачам заказчика. Практика свидетельствует о том, что существующие нормативные процедуры допускают вариативность, необходимую для обеспечения прозрачности и целостности инновационного цикла «наука – технологии – инновационный продукт». Тем не менее отсутствие четких объективных критериев определения уровней технологической готовности, дефицит единого терминологического аппарата для гармонизации управленческих процессов между заказчиком и исполнителем создают серьезные риски для достоверности получаемых результатов. Следствием указанных методологических пробелов является снижение доверия со стороны промышленного сектора к результатам НИР. Зачастую индустриальные партнеры получают «сырые» технологии с низким уровнем готовности, что закономерно ведет к кратному увеличению сроков реализации и стоимости проектов [13]. В масштабах национальной экономики данная проблема приобретает стратегический характер, негативно отражаясь на темпах достижения технологического суверенитета страны.

Преодоление каждого из представленных ниже стереотипов послужит достижению главной цели – повышению конкурентоспособности изделия квалифицированного заказчика и в конечном счете росту его прибыли на основе внедрения инноваций. Главное требование к результату НИР в контексте исследования состоит в повышении его вклада в достижение конкурентоспособности, а точнее – вероятности ее достижения. С этой точки зрения творческого переосмысления требуют базовые, хорошо известные термины «инновации», «новизна», «эффективность», «технологии», «критические факторы», «превосходство», «инновационная концепция достижения превосходства» (гипотезы, идеи), «воронки технологий», «количественная оценка рисков», «объективные критерии готовности», «полнота и достаточность испытаний для верификации результатов» и пр.

Отдельно отметим, что поисковый НИР в интересах заказчика не следует отождествлять с фундаментальными исследованиями. В данном контексте критерии УГТ 1 – УГТ 3 уже ориентированы на решение специфической задачи заказчика.

Фундаментальные работы могут вестись параллельно, но они не в состоянии подменить поисковые. Причина проста. Она более полно раскроется в дальнейшем описании, но предварительно заметим, что все инструменты управления поисковым НИР в значительной степени зависят от требований к изделию, в интересах которого проводится поиск инновационных решений, в том числе условий, при которых они должны реализовываться. Постановка задачи фундаментального исследования на получение новых знаний об основных закономерностях природы может смещать фокус ученого от решения реальных задач КЗ, снижая тем самым результативность.

Существует опасное заблуждение, что во многих высокотехнологичных отраслях технологии уже достигли своего технического предела. В условиях жесткой конкуренции с мировыми промышленными гигантами традиционные методы роста производительности труда становятся недостаточными. Поэтому ключевым драйвером конкурентоспособности сегодня выступают инновации, основанные на результатах поисковых НИР и надежно защищенные в качестве объектов интеллектуальной собственности. Если на рынке появляются более эффективные аналоги, перспективное изделие мгновенно переходит в категорию «догоняющих», утрачивая рыночный потенциал. Смещение такой роли к лидерству не происходит автоматически – оно требует системных усилий.

Поисковые НИР – это всегда инновации, новые знания. С точки зрения конкурентоспособности важно не повторять опыт зарубежных коллег, а разработать собственный инновационный подход, опередить рынок. НИР – это шаг на территорию, которая еще не исследована. Раз так, никто не может гарантировать результат. Целесообразнее исходить из вероятностной модели успеха инноваций. На базисе цифровой оценки рисков предлагается построить критерии отбора альтернативных решений.

Поисковые НИР часто рождаются из фундаментальных работ, но живут по иным законам. Согласно жизненному циклу, успешные переходят в стадии проектирования, испытания, сертификации, подготовки и освоению производства и т.д. (ГОСТ Р 58849-2020, <https://files.stroyinf.ru/Data/733/73306.pdf>).

При этом зачастую одной из основных технологических причин задержки создания новой техники является переоценка полноты и достоверности результатов научно-исследователь-

ских работ, использование «сырых» решений при конструировании, возвраты на доработку критических технологий [13]. Причины представляются очевидными. Однако неясно то, как их преодолеть, осуществить бесшовный переход от НИР к ОКР и далее по жизненному циклу. Как отмечалось выше, простого решения, «золотой пули», пока не найдено. Скорее всего, необходима серьезная трансформация всех составляющих управления, в том числе определение критических элементов, постановка задач для повышения их характеристик, планирование по результатам и цифровая оценка технологических рисков, единообразие терминологии, выбор наименее рискованных альтернативных решений, интеграция технологии в изделие (систему), полнота и достаточность поэтапной верификации решения и др. [8, 9]. Каждая из них имеет важное значение, однако для целей исследования выделим наиболее существенные части: понятийный базис, принципы и критерии объективной оценки результатов НИР.

Специфика требований заказчика к результатам разработок во многом определяется жесткой ответственностью конструкторов за эксплуатационную надежность внедряемых новаций. Данное обстоятельство обуславливает консервативный подход к проектированию, исключающий использование недостаточно верифицированных технических решений, что особенно актуально для результатов поисковых НИР на ранних стадиях. Конструкторские службы зачастую не выступают в роли непосредственных потребителей научно-технической продукции и не располагают апробированными методиками оценки практической значимости результатов фундаментальных изысканий. Возникающий вследствие этого разрыв между учеными и конструкторами приводит к снижению результативности НИР, а также подрыву доверия промышленного сектора к результатам исследований вузов и научных учреждений, что зачастую является следствием неудачных попыток внедрения «незрелых» технологий в конечные изделия.

В следующей статье нами будут рассмотрены другие составляющие «Бережливого НИР», построенные на изложенном базисе, такие как выделение критических элементов, функциональный анализ, воронка технологий, полнота и достаточность испытаний, правила оценки рисков и отбор наименее рискованных концепций, планирование по результатам, детальные объективные критерии, независимая оценка уровней готовности, оперативное управление НИР и другие аспекты.

Актуальность темы

Повышение результативности научно-исследовательских работ – амбициозная задача, стоящая перед российскими и зарубежными учеными. В условиях ограниченного финансирования и растущей конкуренции перед каждым высокотехнологичным предприятием и квалифицированным заказчиком встает вопрос: как усилить роль НИР в повышении конкурентоспособности промышленной продукции? На кону значительные ресурсы, инвестируемые государством и частным бизнесом в инновационные разработки, в экосистему которых вовлечены вузы, исследовательские институты, отраслевые НИИ, технопарки, инженерные школы, стартапы и частные компании.

Дизайн исследования

Дизайн исследования базируется на комбинации качественных и количественных методов. Первые используются для формулировки общих закономерностей, целей и методов взаимодействия науки и бизнеса, основ для разработки теорий и концептуальных моделей, вторые – для практических рекомендаций по снижению рисков путем отбора альтернативных решений. Для выявления причинно-следственных связей и закономерностей, влияющих на результативность поисковых НИР, применен ретроспективный анализ процесса подготовки проектов технических заданий (ПТНИ).

Цель исследования – проанализировать «ловушки», создаваемые стереотипами базовых понятий в сфере поисковых НИР, выполняемых по запросам инновационных предприятий, и формулировка путей их преодоления.

Гипотеза: преодоление негативных последствий стереотипного мышления участников процесса поисковых исследований возможно на основе согласования прозрачных базовых понятий и реализации методики «Бережливый НИР». В частности, это достигается путем планирования и объективной оценки технологических рисков в совокупности с дополненными критериями уровней готовности технологии (УГТ, TRL – Technology Readiness Level) и производства (УГП, MRL – Manufacturing Readiness Level).

Детальное описание дополненных уровней готовности и их пошаговое применение для повышения результативности НИР будет описано в последующей статье.

Выборка

Для анализа стереотипов использован опыт подготовки проектов поисковых работ по запросам КЗ на бюджетные циклы 2026–2028 и 2027–2029 гг.

Для статистического обоснования применялись данные по рискам внедрения технологий с различным уровнем готовности, а также «воронки технологий» (на основе S-кривой и методики «Бережливый НИР») [8, 9]. Фундаментальные исследования и ОКР выходят за рамки данной работы и являются предметом отдельных изысканий.

Методы

При разработке мер по преодолению стереотипов и формировании методологии «Бережливого НИР» за основу взят синтез следующих подходов:

- *методы управления проектами (PMBOOK, Waterfall, Agile, Stage-Gate) [14, 15] – для структурирования работы, применения принципов поэтапного снижения рисков при прохождении контрольных точек по метрикам оценки результатов;*
- *методы практической системной инженерии (принципы декомпозиции и интеграции V-модели, функционального анализа и разработки альтернатив) [16]; для обеспечения междисциплинарного подхода, фокусирующегося на потребностях заинтересованных сторон, верификации и валидации результатов, а также рассмотрения жизненного цикла системы от замысла до утилизации (на основе методологии трансфера технологий [ГОСТ Р 71726–2024]);*
- *нормативная база и авторские методики: ГОСТ Р 71726–2024 «Трансфер технологий. Методические указания по оценке уровня готовности технологий (TRL, MRL)»; авторские методики «Бережливого НИР» (TRL+, MRL+); рекомендации GAO (General Accounting Office, US Government); статистические данные по результативности НИР в авиакосмической отрасли [17, 18].*

Обеспечение верификации методов основано на результатах экспертного обсуждения с исполнителями НИР и внесением корректировок в ТЗ с учетом выработанных рекомендаций по минимизации рисков.

Стереотипы и новые взгляды

СТЕРЕОТИП: «ИННОВАЦИИ – ЭТО ЛЮБОЕ НОВОЕ, УНИКАЛЬНОЕ РЕШЕНИЕ»

В литературе встречается более десятка определений инноваций. В рамках данной работы предлагается рассматривать их не как самоцель, а как результат НИР, обладающий подтвержденной ценностью для жизненного цикла изделия КЗ. Следовательно, в рамках нашего исследования вводится уточняющая классификация инноваций, опирающаяся на фильтр результативности, где новизна – обязательное, но не достаточное условие. Для квалифицированного заказчика она служит лишь средством получения преимуществ на рынке, достижения временной монополии за счет предложения изделия с высоким соотношением «цена – качество». Определим инновации как новое решение, позволяющее существенно повысить конкурентоспособность изделия заказчика, без которого это невозможно. Новизна выступает гарантом отсутствия возможности быстрого копирования такого продукта конкурентами. В этом случае резко ограничивается класс новых решений, которые можно признать инновациями, поскольку добавляются другие критерии, например себестоимость производства, ресурс, надежность, интеграция в изделие КЗ и др. Ключевое отличие предложенного определения в том, что если решение является новым, но не встраивается в цепочку создания стоимости ключевого заказчика или не обеспечивает измеримого отрыва от конкурентов, его следует классифицировать не как инновацию, а как изобретательскую активность или научный задел.

СТЕРЕОТИП «ИСПОЛНИТЕЛЬ И КЗ В РАВНОЙ СТЕПЕНИ ЗАИНТЕРЕСОВАНЫ В ПРАКТИЧЕСКОМ РЕЗУЛЬТАТЕ»

При подготовке заданий на НИР заказчик зачастую исходит из того, что неполная формулировка впоследствии будет скорректирована исполнителем, который так же, как и он, стремится к внедрению результатов. Как правило, итог данного подхода – частичное выполнение работ, формальная приемка разработки, недостаточная обоснованность технологии для использования при конструировании нового изделия, невозможность внедрения.

По факту приемка осуществляется по пунктам технического задания, и у квалифицированного заказчика нет аргументов требовать большего.

На наш взгляд, более продуктивен подход, когда отношения «исполнитель – заказчик» рассматриваются как конфликтные, поскольку интересы сторон разные: первому нужно «закрыть договор», второму – получить инновационное решение. Как и в иных спорных ситуациях, КЗ целесообразно опираться на единый понятийный аппарат и с его помощью скрупулезно прописать все условия договора, в том числе подготовить техническое задание, план, сформулировать проверяемые результаты этапов, убедиться, что участники трактуют их одинаково. Практические пути реализации изложены в методологии «Бережливый НИР».

СТЕРЕОТИП «ТРЕБОВАНИЯ К ТЕХНИЧЕСКОМУ ЗАДАНИЮ ОПРЕДЕЛЕННЫ В ГОСТАХ»

Эту установку можно признать верной в части формата технического задания ГОСТ Р 15.101–2021. Но когда речь идет о его содержании, то нормативные документы оставляют полную свободу действий заказчику. В процессе его реализации возникает совокупность вопросов, в том числе о том, как провести декомпозицию задачи на последовательные этапы, определить ожидаемый итоговый результат, методику, разработать и обосновать подходы к верификации с указанием соответствующих критериев, оценить достаточность доказательной базы, а также приоритизировать варианты технических решений, с тем, чтобы минимизировать риск возникновения тупиковых ситуаций на более поздних стадиях и предотвратить неэффективные траты ресурсов. Все эти проблемы напрямую влияют на результативность работ. Поэтому важно выработать простые пошаговые алгоритмы.

Попыткой детализировать задание в рамках данного стереотипа является требование исполнителя дать четкое задание на объект разработки. Однако такой подход справедлив на этапе ОКР, когда все основные технологические риски преодолены. В стадии НИР существует, как правило, дерево решений с высокими рисками, и неизвестно заранее, какая его ветвь будет успешной. Невозможно сразу сформулировать полный перечень исходных данных, критических факторов, так как они зависят от той концепции, которую только предстоит выбрать из технологической воронки в результате поэтапных испытаний.

СТЕРЕОТИП «ДОГНАТЬ, А ПОТОМ ПЕРЕГНАТЬ»

Зачастую в научной среде формулируются аргументы в пользу отказа от постановки амбициозных целей и предлагается подход, предусматривающий вначале воспроизведение уже полученных другими субъектами результатов, а затем – ускоренное «догоняющее» развитие с целью превзойти конкурентов. Данная логика, однако, не выдерживает критики. Действительно, известное решение доступно всем конкурентам, поэтому о преимуществах результатов НИР говорить сложно. Более того, пока оно будет внедрено, соперники уйдут далеко вперед. Этому факту нужно придать особое значение в условиях того, что инновации в некоторых странах развиваются вдвое быстрее, чем в РФ. Следовательно, к моменту повторения опыта других отставание удваивается [19].

СТЕРЕОТИП «НАША ЛАБОРАТОРИЯ ЗАНИМАЕТСЯ ДАННОЙ ТЕХНОЛОГИЕЙ 20–30–40 ЛЕТ, ПОЭТОМУ МЫ РЕШИМ ЗАДАЧУ КЗ ЛУЧШЕ ДРУГИХ»

Здесь и далее развивается тезис о том, что нет смысла рассчитывать на высокий уровень готовности технологии как таковой. Без привязки к конкретным условиям квалифицированному заказчику невозможно оценить ее реализуемость в продукте. Так, к примеру, международный опыт показывает, что вероятность внедрения технологии с уровня УГТ 1 [17, 18] в среднем не превышает 5%. Даже самая замечательная разработка может быть абсолютно неприемлема для решения конкретной задачи КЗ.

Следует подчеркнуть, что подход «от технологии/идеи», без учета требований заказчика, часто является основой развития стартапов, которые, как правило, занимаются созданием собственной инновационной задумки. Как свидетельствует статистика, 97% из них умирают в первые три года своего существования [20]. Идея, не учитывающая требований бизнеса, с большой вероятностью может оказаться тупиковой, не пройдя проверку на изделии КЗ.

Для решения проблемы КЗ больше подходит принцип «от задачи», когда тестируются и выбираются наиболее эффективные концепции, часто выходящие за пределы одной лаборатории. Таким образом обеспечивается современный уровень техники для цели, которая заявлена заказчиком, либо демонстрируется, что решение пока не найдено,

в том числе потенциальными конкурентами. Такой негативный результат может быть полезен КЗ для смены стратегии.

Квалификация исполнителя в контексте данной статьи определяется с точки зрения возможности решить проблему КЗ. При этом не столь важны научные публикации и диссертации, сколь умение довести технологию до высокой степени готовности. Это показатель обладания комплексом знаний по разработке под конкретное внедрение в интересах КЗ.

СТЕРЕОТИП «ИЗВЕСТНО БОЛЬШОЕ ЧИСЛО МЕТОДИК УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ, НАШИ СОТРУДНИКИ ИМЕЮТ ДИПЛОМЫ (НАПРИМЕР, МВА), ЗАЧЕМ НУЖНА ЕЩЕ ОДНА?»

Вопрос важный. Действительно, существует более двух десятков методик управления проектами. Часть из них перечислена в разделе «Дизайн исследования». Лучший опыт их применения использован в «Бережливом НИР». Однако все они описывают организационные мероприятия, но не раскрывают специфику содержания самих поисковых работ, планирование по результатам, цифровое управление рисками и оценку выполнения задач для ранних НИР. В силу этого они не могут рассматриваться как полноценные практические рекомендации по выполнению наукоемких работ.

Противоречие заключается также в том, что имеющиеся методики построены на основе минимизации рисков. Но природа инновации парадоксальна: чем выше степень новизны и потенциал конкурентоспособности технологии, тем масштабнее сопутствующие риски. Вероятность успеха на начальных этапах (УГТ 1) составляет всего лишь несколько процентов. Поэтому нужны новые подходы и дополнения к существующим практикам, инструментарий, позволяющий управлять высокими рисками.

СТЕРЕОТИП «НИР – ЭТО ПРО ЧИСТУЮ НАУКУ, УЧЕНЫЕ ПОЛУЧАЮТ НОВЫЕ ЗНАНИЯ, А БИЗНЕС ПОТОМ ИХ ВНЕДРЯЕТ»

Разработка научных основ представляет собой исследование закономерностей природы. Даже при наличии четко сформулированной цели от КЗ ученые зачастую планируют не достижение цели, а проведение процесса исследований, предполагая впоследствии доработать решение для удовлетворения остальных критериев в последующих НИР.

С точки зрения чистой науки ученым не следует учитывать все критические факторы, касаться вопросов технологичности, себестоимости, ресурса, доступности материалов, интеграции в реальные условия эксплуатации изделия КЗ, правовых ограничений, конкуренции и ряда других критериев.

Воспользуемся доказательством от обратного. Допустим, что указанная позиция справедлива. Тогда КЗ, интегрировав разработанный без дополнительных требований макет критического элемента в свое изделие, с высокой вероятностью обнаружит, что оно не соответствует условиям конкурентоспособности по совокупности признаков. Возможно, будут выявлены и стоп-факторы, преодолеть которые эволюционным путем развития технологии невозможно. В таком случае потребуются возврат на более раннюю стадию создания критического элемента. Следовательно, проект задержится, а его стоимость возрастет, что фактически приведет к сдвигу сроков, удорожанию работ, отставанию от конкурентов.

Формирование долгосрочных бизнес-планов с применением дисконтирования и критериев эффективности в условиях, когда риски достижения результата велики, приводит к ложным завышенным ожиданиям и с большой вероятностью ведет к финансовым потерям КЗ.

С другой стороны, если тупиковый путь изготовления критического элемента по критерию «выгода/затраты» может быть выявлен на ранних этапах разработки, еще не поздно совершить разворот и смену инновационной концепции.

Важно отметить, что конструктор применяет в работе не закономерности, а экспериментальный образец, являющийся результатом оптимизации и воплощения этих закономерностей с учетом особых условий эксплуатации изделия.

Интересы КЗ более полно отражают постулаты системного менеджмента, требующие проведения анализа критических факторов, воронку решений, планирования по проверяемым результатам [16].

СТЕРЕОТИП «НОВИЗНА ИССЛЕДОВАНИЯ – ЭТО ОТКРЫТИЕ НОВЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ»

Существует важный момент, кардинально отличающий содержание поисковых исследований от привычных фундаментальных. Если рассматривать новизну как то, что никто ранее не делал, то КЗ

может резонно возразить: это не его задача. Новизна представляет собой необходимое, но далеко не достаточное условие.

Уникальность разработки часто сопряжена с дополнительными рисками, поскольку на данный момент отсутствуют обоснование, технологии, оборудование и компетенции для ее реализации. При этом ее ценность важна не сама по себе, а только как составная часть более широкого понятия конкурентоспособности, которое включает элементы производства, материалы, компетенции, себестоимость, ресурс, контролепригодность и другие аспекты.

На практике конкурентоспособность может быть обеспечена новым, неизвестным конкурентам или надежно защищенным решением, которое существенно повышает критерий «качество/цена» изделия КЗ. В таком случае КЗ может воспользоваться преимуществами временной монополии на рынке, увеличивая маржинальность при продаже продукта и, следовательно, компенсируя затраты на его разработку. Именно это создает финансовую основу для поддержки инноваций от бизнеса.

СТЕРЕОТИП «РЕЗУЛЬТАТИВНОСТЬ НИР – ЭТО ВЫПОЛНЕНИЕ ТЗ, ПУБЛИКАЦИЯ НОВЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ»

Разберем стереотип по частям. Нет сомнения, что выполнение технического задания – это обязательное условие завершения научно-исследовательских работ. Однако в отличие от ОКР конструкторам заказчика очень сложно прописывать ТЗ для НИР с конкретными техническими требованиями и составом работ. КЗ надеется на квалификацию исполнителя по анализу альтернативных решений, определению критических факторов и критериев успешного решения. Для повышения результативности ТЗ должно быть нацелено не на конкретные, как правило, уже достигнутые характеристики, а на определение выбора наилучшего инновационного решения на современном уровне техники. Некоторые критические и стоп-факторы могут проявляться только при углубленном изучении основ технологии по ходу выполнения работ. Поэтому формирование набора критических факторов становится одной из постоянных задач именно исследователя, а не КЗ, особенно на первых этапах НИР.

Несмотря на самостоятельную научную значимость выявленных закономерностей, для обеспечения прикладной эффективности в интересах заказ-

чика необходимо демонстрировать их реализацию при создании макетов и моделей критических элементов изделия. Только практическая апробация позволяет обосновать конкурентоспособность предлагаемых решений. При этом их верификация должна осуществляться в строгом соответствии с нормативными требованиями заказчика, с использованием его испытательной базы и специализированных образцов.

Публикация результатов, закрепляя научный приоритет авторов, не должна снижать конкурентоспособности разработок. Следствием этого является сохранение режима ноу-хау на способы реализации критических характеристик продукции КЗ. Таким образом, стремление опубликовать как можно больше статей может не соответствовать приоритетам заказчика.

Аналогичная ситуация с патентами. Раскрытие сути инновационных решений, контроль за нарушением прав сложен и не входит в интерес КЗ. Патентование – важная составляющая инноваций, повышения результативности, но его стратегия должна разрабатываться в зависимости от уровней готовности технологии по специальным требованиям. Это предмет отдельного исследования.

Наиболее важным проверяемым результатом поискового НИР является повышение уровня готовности технологии, определяемое по объективным критериям.

СТЕРЕОТИП «ТЕХНОЛОГИИ ВОЗМОЖНО ПРИСВОИТЬ ЕДИНЫЙ УГТ»

Часто в заявках на проведение НИР встречается требование оценить текущий уровень готовности технологии, чтобы охарактеризовать начальную точку исследований. Данный подход, несомненно, представляет собой серьезный шаг вперед по направлению к результативности, поскольку он ограничивает затраты на повторную разработку и верификацию, если уровень готовности уже был подтвержден ранее. Вместе с тем еще в первых ГОСТ (ГОСТ Р 58048-2017, <https://digital.gov.ru/uploaded/files/urovni-gotovnosti-tehnologii-gost-58048-2017.pdf>) по трансферу технологий отмечено, что одна и та же разработка для различных применений может иметь разные уровни готовности. Это в значительной степени справедливо для изделий КЗ, для которых УГТ должен удовлетворять специальному набору признаков. Именно они будут составлять основу для определения результатов на каждом этапе.

Следовательно, даже если технология в некотором воплощении достигла определенного уровня готовности, то для выполнения запроса заказчику нужно переоценить начальную точку применительно к специфическому набору критических факторов, характерных для его продукции.

СТЕРЕОТИП «УРОВЕНЬ ГОТОВНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ОПРЕДЕЛЯЕТ РАЗРАБОТЧИК»

Данный подход тесно связан с комментариями к предыдущему пункту. Уровень готовности определяется верификацией по критическим факторам изделия КЗ, по полноте и достаточности испытаний. Опыт показывает, что исполнители завышают оценку УГТ на несколько ступеней. Однако как завышение, так и занижение УГТ снижают результативность НИР, поскольку служат ошибочной основой для планирования по времени и ресурсам.

Таким образом, путь к повышению готовности заключается в формулировке полного набора объективных критериев, прозрачности описания результатов для исполнителя, квалифицированного заказчика, внешнего независимого органа сертифицированной оценки УГТ.

СТЕРЕОТИП «НЕЛЬЗЯ РАЗРАБОТАТЬ ПЛАН НИР ПО СОЗДАНИЮ ТОГО, ЧЕГО ЕЩЕ НЕТ»

Существует устоявшийся шаблон подготовки плана работ с разбивкой по годам. По истечении этого периода исполнитель присылает КЗ отчет с формальным подтверждением выполнения заданий, указанных в техническом задании. Часто выясняется, что заказчик имел в виду совсем другое. Налицо различное толкование итоговых результатов. Но менять состав работ уже поздно.

Ранние уровни готовности характеризуются очень высокими рисками того, что результат будет полезен при конструировании нового изделия КЗ. При правильном управлении эти риски уменьшаются с возрастанием уровня готовности разработки. Для этого важно выполнение следующих основных условий:

- *пошаговая верификация по УГТ с возрастанием степени соответствия реальным условиям эксплуатации изделия КЗ;*
- *отбор наименее рискованных решений из воронки технологий;*

- *эволюция испытаний от только критических факторов до максимально возможной в лаборатории имитации реальных условий;*
- *факт достижения каждого уровня готовности определяется по расширенным объективным критериям, отражающим подтверждение конкурентоспособности в условиях КЗ.*

СТЕРЕОТИП «ТЕХНОЛОГИЯ – ЭТО ОПИСАНИЕ ПРОЦЕССА НА ОСНОВАНИИ ХАРАКТЕРИСТИК ЕДИНИЧНЫХ ОБРАЗЦОВ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ»

Ввиду особой важности в контексте задачи рассмотрим отдельно определение технологии. Есть ее общее понятие: «Совокупность методов, процессов и средств, используемых при производстве, изготовлении чего-либо» [21].

С точки зрения повышения результативности НИР такая трактовка может быть неоднозначно истолкована исполнителем и заказчиком, каждый из которых вправе интерпретировать результат разработки технологии в свою пользу.

С позиции КЗ, планирующего повысить конкурентоспособность своего изделия, технология должна использовать инновации для существенного повышения качества и снижения себестоимости составных частей изделия применительно к критическим факторам его эксплуатации. Однако, как уже отмечалось, она может иметь разные уровни готовности для применения в зависимости от эксплуатации. Исходя из этого верификация технологии для квалифицированного заказчика заключается в подтверждении свойств составной части изделия, изготовленной с ее применением. Она проводится на основе совокупности виртуальных и экспериментальных данных в соответствии с программой и методиками испытаний, зафиксированными в плане работ. Программа испытаний должна обеспечивать их необходимую и достаточную полноту, причем степень полноты возрастает по мере перехода на более высокие уровни технологической готовности.

Несмотря на некоторые различия, для простоты будем опираться на привычный термин «технология» для описания разработки всех инновационных продуктов (новых элементов конструкции, материалов, производственных процессов, алгоритмов, САЕ), понимая его необходимую коррекцию и специфическую терминологию для каждого продукта.

СТЕРЕОТИП «НАТУРНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ МОЖНО ЗАМЕНИТЬ ИСПЫТАНИЕМ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА»

Заявления о такой возможности встречаются все чаще, но при этом не учитывается тот факт, что любая виртуальная модель применима только в области, где она верифицирована достоверным экспериментом. За ее пределами корректность результата не гарантирована, иными словами, результат будет ошибочным. Таким образом, виртуальная модель должна быть надежно подтверждена на новых экспериментальных данных в определенном диапазоне изменения, в условиях влияния специфических внутренних и внешних критических факторов. Из сказанного следует, что для испытаний цифрового двойника нужно модель обучить на новых данных. После такой верификации ее можно использовать для прогнозирования уже изученных эффектов в заданных диапазонах изменения параметров. Предсказать новые инновационные свойства виртуальная модель не в состоянии.

СТЕРЕОТИП «РЕЗУЛЬТАТ ЭТАПА – МАКЕТ-ДЕМОНСТРАТОР»

В откликах исполнителей на проведение работ для КЗ встречается множество терминов, имеющих размытое определение. Например, результат – это макет-демонстратор. Для КЗ демонстратор – полномасштабный полнофункциональный элемент/составная часть изделия, верифицированный на все критические и второстепенные факторы, доступные для испытаний в лабораторных условиях, готовый к испытаниям в составе демонстратора изделия.

Не всегда исполнитель понимает данный термин так же полно. Есть ряд других важных определений, потенциально по-разному воспринимаемых исполнителем и заказчиком. Это приводит к различным толкованиям результата (образец, технология, работоспособность, уникальность, новизна, инновация и др.), часто выясняемым только при приемке, что в конечном счете приводит к тому, что КЗ не получает от НИР того, на что рассчитывал, к снижению эффективности.

Следовательно, путь к повышению результативности лежит в согласованных формулировках, единой управленческой терминологии, привязке определений к критериям уровней готовности.

СТЕРЕОТИП «УГТ 1, УГТ 2 И УГТ 3 – ЭТО ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ»

Данная позиция весьма распространена. Она является одной из основных причин снижения результативности НИР. В классическом определении уровень готовности технологий 1 – это формулировка концепции. Встает вопрос: концепции чего? Для исследований в интересах промышленности ответ очевиден: концепции решения задачи заказчика, не решенной другими доступными методами в условиях воздействия критических факторов нового изделия. В противном случае ученый предложит КЗ тратить внутренние ресурсы на НИР, в котором не учтены ключевые технические риски создания нового изделия, не выявлены стоп-факторы, наличие которых моментально может умножить на ноль вероятность внедрения. Более того, результатом называется изучение зависимостей некоторых параметров, а не подтверждение использования технологии в критическом элементе конструкции.

Из этого однозначно следует, что, начиная с УГТ 1, управление НИР должно содержать в критериях условия функционирования изделия заказчика, а это не свойственно фундаментальным наукам. Уровни технологической готовности могут развиваться параллельно с теоретическими исследованиями, но не отождествляться с ними. Такое часто встречается на практике, когда технология уже применяется промышленно, а теоретическое обоснование еще не найдено. В таких случаях эмпирический опыт и инженерные наработки опережают объяснение физических или химических процессов, лежащих в основе технологии. Однако в модели КЗ, ориентированной на создание инновационного продукта с заданными характеристиками, подобный разрыв допустим лишь как временное явление. Параллельные исследования помогут объединить усилия и компетенции конструкторов и ученых для ускорения разработок по сравнению с линейной моделью «научный задел, а потом производство».

СТЕРЕОТИП «КРИТЕРИИ УГТ ХОРОШО ИЗВЕСТНЫ, ОПИСАНЫ В ГОСТАХ»

Особую значимость приобретает проблема цифровизации критериев оценки уровней технологической готовности. Применяемые в ГОСТ Р 58048-2017 и Постановлении Правительства РФ №1552 [22] формулировки носят качественный характер, что

допускает их широкое толкование. Следствием этого является существенный разброс экспертных оценок: известны случаи, когда один и тот же результат квалифицировался специалистами в диапазоне от УГТ 2 до УГТ 6.

Необходимо подчеркнуть, например, что в соответствии с авиастроительными стандартами достижение уровня УГТ 6 свидетельствует о преодолении всех ключевых технологических рисков и служит достаточным основанием для применения технологии при конструировании. Напротив, ошибочная оценка технологии на более низких уровнях (УГТ 2, УГТ 3 или даже УГТ 4-5) при фактическом декларировании УГТ 6 неизбежно влечет негативные последствия внедрения неотработанных технологических решений, перечисленные ранее.

В нормативной практике предусмотрен механизм самооценки уровней готовности [22]. Однако отсутствие единого объективного базиса и достаточного набора верифицируемых критериев приводит к систематическому завышению результатов самооценки – например, с фактического УГТ 2 до заявленного УГТ 5. Как следствие, «сырые» технологии допускаются к применению в изделиях конечного назначения, что влечет за собой недоверие КЗ к результатам НИР и все сопряженные риски, в том числе задержки и повышение стоимости проектов при использовании инноваций.

Таким образом одна из задач, поставленных при разработке «Бережливого НИР», заключалась в детализации критериев готовности, повышении степени их прозрачности и объективности. Результаты будут изложены в последующих публикациях. ■

Продолжение следует.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Постановление Совета Федерации, Федерального собрания Российской Федерации «О мерах по обеспечению технологического суверенитета Российской Федерации». 2025 // <http://council.gov.ru/activity/legislation/decisions/168319/>.
2. Счетная Палата РФ. 2020. Отчет о результатах экспертно-аналитического мероприятия «Определение основных причин, сдерживающих научное развитие в Российской Федерации: оценка научной инфраструктуры, достаточность мотивационных мер, обеспечение привлекательности работы ведущих ученых» // <https://ach.gov.ru/upload/iblock/89d/89d7d756dab6d050a260ecc55d3d5869.pdf>.
3. Теряем позиции, помогая прямому врагу. Царьград 2026 // https://tsargrad.tv/articles/terjaem-pozicii-pomogaia-prjamomu-vragu-rossii-gotovjat-strashnoe-akademik-ne-vyderzhal-politika-prestupnaja_1650297.
4. Н.С. Хрущев. Доклад на Пленуме ЦК 1958 г. «Об ускорении развития химической промышленности и особенно производства синтетических материалов и изделий из них для удовлетворения потребностей населения и нужд народного хозяйства СССР» // <https://docs.historyrussia.org/ru/nodes/355264-postanovlenie-plenuma-tsk-kpss-7-maya-1958-g-ob-uskorenii-razvitiya-himicheskoy-promyshlennosti-i-osobennno-proizvodstva-sinteticheskikh-materialov-i-izdeliy-iz-nih-dlya-udovletvoreniya-potrebnostey-naseleniya-i-nuzhd-narodnogo-hozyaystva-sssr-izvlechenie>.
5. Заседание Совета по науке и образованию под председательством Президента, 2024, Дубна // <http://www.kremlin.ru/events/president/transcripts/deliberations/by-date/13.06.2024>.
6. Тенденции, факторы и механизмы повышения результативности отечественной науки: сборник статей Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (13 июня 2023 г., г. Омск). – Уфа. 2023 // <https://aeterna-ufa.ru/arh-conf>.
7. В Минобрнауки России обсудили механизмы реализации проекта «Госзадание 2.0». 2026 // <https://minobrnauki.gov.ru/press-center/news/nauka-i-obrazovanie/99818/>.
8. Сартори А.В., Манцевич Н.М. Модель бережливого управления инновационными проектами на основе учета рисков и численной оценки экономической целесообразности выполнения этапов работ // Вопросы инновационной экономики. 2020. – Т.10. №4.
9. Сартори А.В. Повышение результативности исследований: планирование по уровням готовности в бережливом НИОКР. Экономика науки. 2022. №8 (1). С. 4–21 // <https://doi.org/10.22394/2410-132X-2022-8-1-4-21>.
10. Федеральный закон от 28.12.2024 №523-ФЗ «О технологической политике в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». 2024 // https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_494804/b4e035586a7ae2621b918f302694294e912ef184/?ysclid=mq3mlmxrse723590690.
11. Потапова Е.В., Брянцева О.С. Институт квалифицированного заказчика как новый феномен промышленной политики России // AlterEconomics. 2025. №22 (4). С. 683–703 // <https://doi.org/10.31063/AlterEconomics/2025.22-4.7>.
12. Клыпин А.В., Агамирова Е.В., Жарова Е.Н. Модель «квалифицированного заказчика» в сфере НИОКР в России: определение основных свойств и характеристик // Управление наукой и наукометрия. 2019. Т. 14, №2. С. 224–247.
13. ИПУ РАН. Итоги Второй научно-практической конференции «Управление созданием научно-технического задела в жизненном цикле высокотехнологичной продукции – 2017» // <https://www.ipu.ru/press-center/42971>.
14. PMBOK GUIDE - A Guide To The Project Management Body of Knowledge (Sixth Edition) (6th ed.). 2017. Project Management Institute // <https://project-management.com/pmbok-guide-6-sixth-edition-a-book-review/>.
15. Wątróbski J., Jankowski J., Ziemba P., Karczmarczyk A., Ziolo M. Generalised framework for multi-criteria method selection // Omega (United Kingdom). 2019. №86. P. 107–124 // <https://doi.org/10.1016/j.omega.2018.07.004>.
16. Системная инженерия. Принципы и практика. Пер. с англ. под ред. В.К. Батовина. – М., 2014.
17. Mankins J.C. Technology Readiness And Risk Assessments: A New Approach. // Acta Astronautica. (2009b). V. 65. Issue 9. P. 1208–1215. // <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2009.03.059>.
18. Mavris D.N., Bandte O., Brewer J.T. (n.d.). A Method for the Identification and Assessment of Critical Technologies Needed for an Economically Viable HSCT. Retrieved April 20, 2021 // <https://smartechnology.gatech.edu/handle/1853/6364>.
19. «Если технология уже на хайпе – значит, вы опоздали». Коммерсант. Технологии. 2026 // <https://www.kommersant.ru/doc/8514281#teaserId=16355209&teaserType=articles&columnType=articles&screenKey=primaryColumnScreen>.
20. И. Голова. Только 3 процента малых предприятий России «живут» более трех лет // Российская Газета // https://rg.ru/2014/01/22/biznes-site-anons.html?ysclid=mq3ppw1bcq758526198&utm_referrer=https%3A%2F%2Fya.ru%2F.
21. Большой толковый словарь русского языка // [https://gramota.ru/poisk?query=технология&mode=slovari&dicts\[\]=42](https://gramota.ru/poisk?query=технология&mode=slovari&dicts[]=42).
22. Постановление Правительства РФ №1552 «О планировании технологической политики в Российской Федерации» // <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/412711715/>.