

А.В. КОМАРОВ,

ФГБНУ «Дирекция научно-технических программ» (Москва, Российская Федерация;
e-mail: abkom@mail.ru)

А.Н. ПИХТАРЬ,

ООО «TOT Systems» (Москва, Российская Федерация; e-mail: apikhtar@totsystems.ru)

И.В. ГРИНЕВСКИЙ,

ООО «TOT Systems» (Москва, Российская Федерация; e-mail: igrinevskij@totsystems.ru)

К.А. КОМАРОВ,

ФГБНУ «Дирекция научно-технических программ» (Москва, Российская Федерация;
e-mail: kirill.080789@gmail.com)

Л.В. ГОЛИЦЫН,

ООО «TOT Systems» (Москва, Российская Федерация; e-mail: lvgolitsyn@totsystems.ru)

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ГОТОВНОСТИ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТА И ЕГО ПОТЕНЦИАЛА НА РАННИХ СТАДИЯХ РАЗРАБОТКИ

УДК: 338.28

<https://doi.org/10.22394/2410-132X-2021-7-2-111-134>

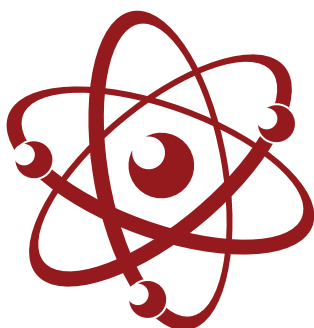
Аннотация: В статье предложена концептуальная модель оценки технологической готовности и потенциала научно-технологического проекта на ранних стадиях его разработки (TPRA). Предлагаемая модель позволит в рамках единого инструмента проводить оценку готовности разрабатываемой технологии, коммерческого потенциала результатов научно-технологических проектов, оценку возможности участия результатов проектов в трансфере технологий, возможности использовать полученные результаты в качестве научно-технического задела. Получаемые при оценке результаты могут быть использованы для повышения эффективности планирования и осуществления R&D-деятельности в органах управления институтов инновационного развития, а также в корпорациях и организациях, инвестирующих в R&D процессы.

Ключевые слова: научно-технологический проект, НИОКР, уровень готовности технологии, УГТ, риск, коммерческий потенциал, трансфер технологий, востребованность результатов

Для цитирования: Комаров А.В., Пихтарь А.Н., Гриневский И.В., Комаров К.А., Голицын Л.В.

Концептуальная модель оценки технологической готовности научно-технологического проекта и его потенциала на ранних стадиях разработки. *Экономика науки*. 2021; 7(2):111–134.

<https://doi.org/10.22394/2410-132X-2021-7-2-111-134>



© А.В. Комаров, А.Н. Пихтарь,
И.В. Гриневский,
К.А. Комаров, Л.В. Голицын,
2021 г.

ВВЕДЕНИЕ

Оценка научно-технологического проекта¹ и его потенциальной ценности для компаний и корпораций, занимающихся исследованиями и разработками, – это проблема, с которой приходится сталкиваться каждой такой организации как при отборе проектов [1], так и в процессе их выполнения. Процесс принятия решения о том, какой проект выбрать, а какой – отклонить, осложняется тем, что на начальной стадии очень трудно определить

¹ Научно-технологический проект, как и R&D проект, в данном исследовании рассматривается как комплекс мероприятий, направленных на разработку или совершенствование технологий, способов производства или разработку востребованного продукта с возможностью его будущего производства, включение в технологический процесс или как элемент в систему, вывод его на рынок и так далее, осуществляемых в форме НИР, ОКР или технологической работы.

вероятность успеха проекта в достижении его целей. Более того, даже если бы было можно предсказать со 100% уверенностью, что предлагаемый R&D проект достигнет своих технических целей и даст результаты, окончательное влияние этих результатов на научную и технологическую сферу никогда не будет полностью очевидным заранее. Эти факторы делают выбор R&D проектов двоякой задачей:

- во-первых, выбрать те проекты, которые будут, с одной стороны, успешными и принесут организации выгоду,
- а во-вторых, не упустить из виду такой проект, когда он является одним из многих выбираемых.

Технологические инновации играют существенную роль в повышении конкурентоспособности, поэтому как на государственном уровне, так и на уровне отдельных корпораций, организаций и фирм, разрабатываются программы и бизнес-стратегии, включающие требования повышения своих глобальных конкурентных преимуществ за счет создания и внедрения во все сферы своей практической деятельности инновационных решений. Одним из таких требований является обязательная коммерциализация результатов научно-технологических проектов, выполняемых научными учреждениями, вузами, корпорациями и научно-производственными фирмами.

Говоря о коммерциализации результатов научно-технологических проектов, мы можем отметить, что:

- термин «коммерциализация» не тождествен термину «внедрение», т.к. накладывает на процессы выполнения проектов требования к масштабу выручки и бизнес-схеме доведения результатов проектов до потребителей;
- коммерциализация – это не просто процесс создания продукта, подходящего для определенного рынка по доступной цене, который удовлетворяет рыночный спрос, а, скорее, процесс перемещения результатов научно-технологических проектов или технологий из сектора исследований и разработок, выполняемых научно-исследовательскими организациями, вузами и лабораториями, в промышленные компании [2, 3]; коммерциализация

результатов – сложный процесс, в котором задействованы многие участники в разных сферах: научные организации, вузы, коммерческие компании и потребители. Процесс коммерциализации требует таких навыков, как разработка продукта, оценка рынка, разработка рыночных стратегий, управление финансами, производством, бухгалтерский учет и т.д. [4];

- коммерциализация определяет экономическую эффективность внедрения результатов исследований и экспериментальных разработок в практическую сферу.

Естественно, что в процессе выполнения научно-технологических проектов и коммерциализации полученных результатов на каждом этапе их жизненного цикла могут возникать различные барьеры, в т.ч. специфические технологические барьеры, барьеры, связанные с недостатком информации, отсутствием требуемых компетенций у разработчиков, экономические и политические барьеры, правовые и экологические барьеры и другие, в результате чего не все инновации могут быть коммерциализованы [5].

Вместе с тем результаты таких научно-технологических проектов могут быть использованы как научно-технический задел для других проектов [6], или переданы другим корпорациям, фирмам или организациям для последующего их использования в различных технологических процессах и системах [5, 7]. Это позволяет нам говорить о том, что результаты научно-технологических проектов должны оцениваться не только с точки зрения их коммерческого успеха, но и с точки зрения их потенциальной пригодности для последующего использования в корпорациях и фирмах.

Под оценкой потенциала научно-технологического проекта будем понимать оценку, проводимую как государственными организациями, так и частными компаниями, и корпорациями с целью определения:

- перспективности получаемых результатов с точки зрения их коммерческого использования;
- возможности участия результатов проектов в трансфере технологий, то есть их использовании как другими организациями, так и в других отраслях;
- возможности использовать результаты проектов в качестве научно-технического задела.

Раннее выявление проектов, в которых разрабатываются технологии, обладающие коммерческим потенциалом, имеет ряд преимуществ [8]:

- во-первых, идентификация таких проектов позволяет ответить на вопрос, следует ли продолжать проект;
- во-вторых, оценить усилия, которые необходимо будет затратить на защиту интеллектуальной собственности на технологию;
- в-третьих, более адекватно определить промышленные предприятия и отрасли, которые могут быть заинтересованы или лучше всего подходят для дальнейшей разработки или внедрения рассматриваемой технологии.

В любом случае раннее выявление коммерческого потенциала технологии представляет собой эффективное использование ресурсов и может помочь в увеличении количества новых технологий, которые имеют наивысшие шансы на успех [9] и, в конечном итоге, обеспечивают предприятиям коммерческие преимущества на рынке [10].

В настоящее время разработка и внедрение инновационных разработок как в нашей стране, так и за рубежом, осуществляется за счет государственных или частных инвестиций, причем большая часть таких исследований и разработок проводится при участии государственных институтов поддержки. Основная цель таких работ – создание технологий, удовлетворяющих, например, оборонные нужды страны. Если говорить о современной российской практике проведения прикладных исследований и разработок за счет выделения государственных субсидий на выполнение НИОКР, то она предполагает, как правило, наличие софинансирования (см., например, [11]) со стороны индустриальных партнеров. Участие в проектах индустриального партнера на принципах софинансирования, призвано обеспечить с его стороны интерес к внедрению разработок и коммерциализации их результатов, однако на практике мотивация индустриальных партнеров оказывается формальной. Причем это не является особенностью российского сектора прикладных исследований и разработок, такие же тенденции могут наблюдаться и в других странах.

Так, например, согласно результатам исследования, проведенного в США [12], подавляющее большинство расходов на прикладные исследования и разработки в США приходилось на крупные компании (180,4 млрд. долл. инвестировали в R&D в 2000 г.), т.к. именно крупные фирмы сталкивались с меньшими финансовыми препятствиями на пути внедрения инноваций в свой бизнес, в том числе тех, которые исходят от их собственных корпоративных исследований и разработок. Но из 180,4 млрд. долл., вложенных промышленными компаниями США в R&D в 2000 г., только 13,2 млрд. долл., или 7,3%, были направлены на финансирование корпоративных ранних стадий разработки технологий (ESTD – Early Stage Technology Development), направленных на вывод на рынок прорывных технологических инноваций, которые могут привести к формированию новых и радикальному изменению сложившихся рынков. Из данных, приведенных в отчете [12], следует, что доля средств, инвестируемых корпорациями в прикладные исследования и начальные стадии разработки технологий, значительно уступает по размеру финансовым затратам на разработку продуктов, т.е. промышленная адаптация «готовых» технологий для частных фирм более привлекательна, чем собственно их разработка.

Одной из причин, по которой, на наш взгляд, менеджмент корпораций не уделяет большего внимания процессам корпоративной разработки технологий, является то обстоятельство, что на ранних стадиях выполнения проектов существует значительная неопределенность в успехе создания технологии, т.е. априори считается, что на этих стадиях бизнес-риски, которые могут возникнуть во время выполнения работ, велики, а планируемые на разработку ресурсы: финансовые и временные – могут увеличиваться [13], в т.ч. неконтролируемо. Другая причина заключается в том, что отсутствуют надежные механизмы оценки инновационных идей и научно-технологических проектов на их ранней стадии разработки. Можно отметить, что для оценки таких идей и проектов требуется информация, которая не может быть описана в терминах обычных товаров и продуктов, что делает объективную оценку инновационных идей и проектов весьма затруднительной.

Как правило, ценность технологии рассматривается с точки зрения фирмы или корпорации, которая ей или уже владеет, или же получит в свое владение по окончании проекта, направленного на создание технологии. Если применение технологии ограничивается рамками такой корпорации, то никаких дополнительных инструментов для оценки технологий не требуется – достаточно тех специфических инструментов, что используются внутри корпорации. Однако, если речь идет о трансфере технологии или выводе технологии на рынок, т.е. придании ей качества продукта, которым можно торговать, то необходимы инструменты оценки, отличные от корпоративных и позволяющие давать технологиям беспристрастную и объективную оценку, не зависящую от конкретной компании, которая владеет подобной технологией.

Анализ систем отбора научно-технологических проектов, проведенный в работе [14], показал, что все они, как правило, должны состоять из следующих элементов:

- экспертная оценка² перспектив получаемых в проектах результатов, а также эффектов от их внедрения в практическую деятельность;
- система критериев экспертной оценки R&D проектов;
- структура системы экспертной оценки R&D проектов;
- модели и методы, используемые при экспертной оценке R&D проектов;
- информация и способы ее организации³, используемые для оценки R&D проектов;
- инструменты⁴, используемые для оценки.

В данной статье мы не рассматриваем вопросы организации процессов обработки информации с использованием конкретных инструментов, а также вопросы организации процедур экспертного оценивания, которые носят индивидуальный характер в каждом конкретном случае, а описываем подходы к построению концептуальной модели элементов системы оценки R&D проектов с точки зрения

оценки в рамках единого инструмента их технологической готовности и оценки потенциала получаемых в них результатов, которая будет поддерживать различные модели жизненного цикла технологий с акцентом на ранние стадии разработки. Такая система будет способна обеспечивать дополнительной объективной информацией менеджмент корпораций или сотрудников органов управления институтами инновационного развития, ориентированных на поддержку проектов на ранних стадиях разработки технологий, о потенциале разрабатываемых технологий и возможных рисках, которые могут возникнуть при переходе технологий на следующие этапы их жизненного цикла, для принятия управленческих решений в отношении перспектив R&D проектов.

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ГОТОВНОСТИ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЕКТОВ НА РАЗЛИЧНЫХ СТАДИЯХ ИХ ВЫПОЛНЕНИЯ

С точки зрения масштаба оказываемого влияния на процессы технологического развития в целом, все технологии, создаваемые в R&D проектах, условно могут быть поделены на 3 группы:

1. технологии, создающие новые рынки;
2. технологии, замещающие старые технологии на рынке;
3. технологии, направленные на оптимизацию структуры затрат корпораций и фирм.

Первые две из этих групп относятся к т.н. продуктовым технологиям, которые создают прибыль за счет формирования новых рынков или замещения старых технологий на существующих рынках, а третья относится к технологиям, которые не увеличивают размеры рынка, но обеспечивают получение прибыли за счет оптимизации производственных процессов и изменения структуры затрат (например, улучшающая инновация или рационализаторское предложение, которое направлено на оптимизацию или удешевление каких-либо производственных операций на промышленном производстве). В научном информационном потоке, как правило, предметом изучения являются первые две (продуктовые) группы технологий, потому что

² Данный элемент системы отбора R&D проектов предполагает обязательное привлечение экспертов в различных отраслях.

³ Например, формы представления информации, формы экспертных заключений, базы данных и т.п.

⁴ Автоматизированные компьютерные системы, системы поиска научно-технической и патентной информации и т.п.

именно они рассматриваются с точки зрения государственных или отраслевых позиций как технологии, обеспечивающие конкурентные преимущества, однако для конкретных корпораций и организаций интерес представляют и технологии, входящие в третью группу.

Считается, что основным экономическим результатом оценки технологии является расчет ожидаемой прибыли от ее реализации на рынке [15]. Любые технологии, как только они становятся объектом оценки, одновременно могут рассматриваться с двух сторон [15], в зависимости от целей проводимой оценки. С одной стороны, оценка отдельной технологии может проводиться с упором на вопросы интеллектуальной собственности – патенты, полезные модели, ноу-хау и т.д., а с другой – оценка технологии как элемента технологического потенциала государства, отрасли или корпорации. Но и в этом случае технологии становятся нематериальными активами, которые различаются по своему характеру и включают патентные права, коммерческую тайну, ноу-хау, компьютерное программное обеспечение, базы данных и т.д. Если говорить о трансфере технологий, то оценить технологии, которые не могут быть определены через интеллектуальную собственность, весьма трудно, и, как следствие, такие технологии редко становятся объектом оценки.

С экономической точки зрения, оценка технологии заключается в определении ее

рыночной цены, но при этом возникает проблема в эффективном определении ее стоимости как объекта торговли, поскольку не всегда рынок технологий является конкурентным и зачастую не похож на «идеальный», который, как правило, рассматривается в экономической науке.

Сущность процесса оценки технологий характеризуется способностью варьироваться в зависимости от того, на каком уровне и с какой целью проводится оценка. С точки зрения государственной политики, различные методы оценки технологий должны помогать в определении приоритетов научно-технологического развития, а также изучать экологическое и социально-экономическое воздействие технологий, одновременно оценивая побочные эффекты для отраслей экономики. В то же время, отдельная корпорация будет заинтересована в оценке технологии с точки зрения ее экономической эффективности. Различные взгляды на оценку технологий представлены на *рисунке 1*.

Как справедливо отмечено в работе [16], оценка технологий – это не наука, а искусство. Во-первых, технологии невидимы и неосознаемы. Они часто воплощаются в человеческих знаниях, материальных и нематериальных активах, поэтому трудно определить точное содержание технологии и ее объем. Во-вторых, на экономическую ценность технологии влияют различные нетехнические факторы, и технология реализуется только после того, как будет

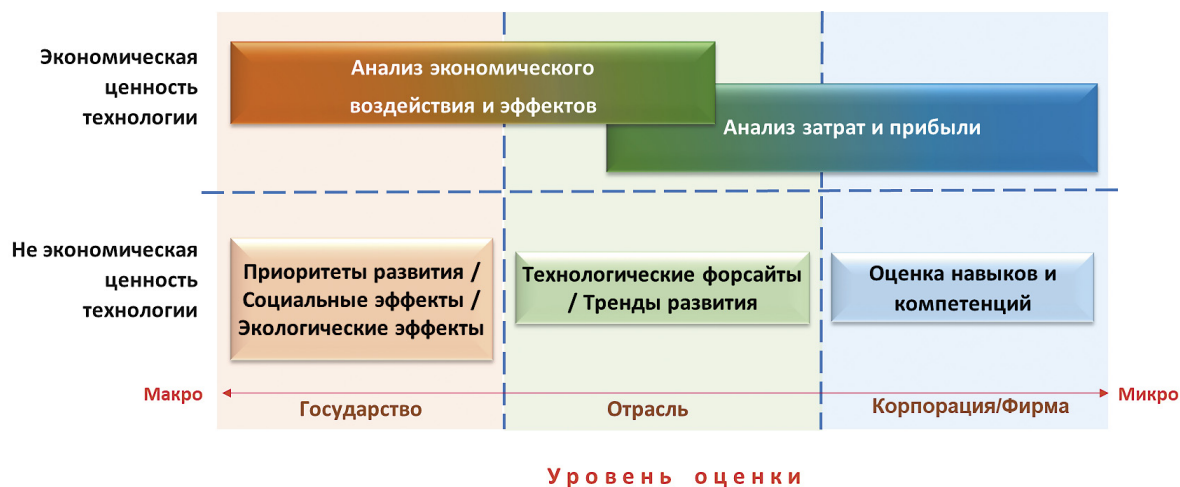


Рисунок 1. Различные взгляды на оценку технологий

коммерциализирована на рынке. В-третьих, оценка технологии – это субъективная деятельность, зависящая от взглядов, опыта, квалификации и компетенций эксперта или менеджера, проводящего оценку.

Оценка как R&D проектов, так и предложений на их выполнение с целью отбора для финансовой поддержки или идентификации наиболее перспективных для последующего развития технологий, проводится на основе набора критериев [17], показателей и индикаторов, позволяющих выявить соответствие оцениваемых проектов этим предъявляемым требованиям. Как правило, эти наборы критериев и показателей определяются спецификой корпораций, но тем не менее их можно отнести к одной из 4 групп: *релевантности*, *риска*, *разумности* и *отдачи*. *Релевантность* определяет степень, в которой предлагаемый проект поддерживает стратегические цели корпорации или института инновационного развития. *Риск* характеризуется уровнем научной и/или технической неопределенности, связанной с проектом, а также с особенностями организации его выполнения и соответствия проектной команды решаемым задачам. *Разумность* касается того, позволит ли предложенный уровень ресурсов успешно выполнить цели проекта в срок и в рамках бюджета. *Отдача* указывает на предполагаемый уровень воздействия, которое результаты R&D проекта окажут на научное и техническое сообщество и на корпорацию, если проект будет успешным.

Если говорить о ранних этапах разработки R&D проектов, то в первую очередь мы имеем в виду отбор проектов для выполнения, а также разработку технологий в отобранных проектах на невысоких уровнях их технологической готовности. Для того чтобы определить необходимые сферы проводимой оценки проектов для оценки их технологической готовности и потенциала, а также критерии для проведения такого анализа и состав собираемой информации о проектах, нами были исследованы требования, предъявляемые различными корпорациями, инвестирующими в процессы R&D, а также акселераторами инновационного развития к выполняемым проектам и заявкам на их выполнение. В *таблице 1* приведены критерии оценки заявок, выявленные на основе

изучения регламентных документов по практической организации процессов R&D, а в *таблице 2* – перечень смысловых блоков собираемой информации для проведения отбора проектов.

Для выявления общих сфер оценки проектов и критериев, используемых при этом различными корпорациями отбора R&D проектов, а также общих смысловых информационных блоков, содержащих требуемые для проведения оценки сведения о предлагаемых R&D проектах, были составлены диаграммы повторяемости критериев отбора (*таблица 1*) и блоков собираемой информации (*таблица 2*), представленные на *рисунке 2* и *рисунке 3* соответственно. Анализ этих диаграмм подтверждает тезис о том, что в настоящее время отсутствует единый методический подход к оценке близких по смыслу информационных показателей.

Результаты проведенных ранее исследований систем критериев отбора и оценки, используемых для отбора проектов в научно-технологической сфере [18–25], как и результаты анализа информационных показателей, используемых в различных моделях оценки R&D проектов [3, 8, 14, 16, 17, 26–35], наряду с диаграммами, представленными на *рисунке 2* и *рисунке 3*, свидетельствуют, что несмотря на значительную специфику, присущую методам и критериям оценки, которая определяется требованиями конкретных корпораций и организаций к R&D проектам при решении стоящих перед ними задач (ср., например, [18] и [36]), существуют общие показатели или характеристики проектов, упоминаемые практически во всех методах и моделях оценки. Это означает, что такие общие показатели и характеристики должны использоваться в модели оценки технологической готовности научно-технологического проекта и его потенциала на ранних стадиях разработки, в том числе и для того, чтобы обеспечить легитимность результатов оценки в различных корпорациях и институтах инновационного развития.

Эти характеристики и показатели формируют следующие сферы оценки R&D проектов:

- технологическая оценка – уникальность и новизна решения, способность выполнять поставленные задачи, сложность технологии, техническая безопасность, срок службы,

Таблица 1

Критерии отбора R&D проектов

Название критерия	Содержание критерия	Название критерия	Содержание критерия
Корректность заполнения заявки и достаточность представленной информации для оценки	Оценивается полнота предоставленных данных. Корректность заполнения полей (возможна автоматическая валидация).	Прогноз продаж	Оценивается прогноз объема продаж и его реалистичность.
Новизна предложения	Оценивается новизна на основании указанных в заявке сведений. Проводится поиск дублей по имеющейся базе предложений.	Коммерциализация проекта	Оцениваются перспективы коммерциализации проекта.
Соответствие стратегии/направлений развития	Оценивается соответствие выбранному направлению отбора/технологическому фокусу.	Конкурентные преимущества	Оценивается наличие конкурентных преимуществ по сравнению с аналогами на рынке. Оценивается конкурентоспособность решения.
Стадия проекта/Уровень готовности	Оценивается стадия развития/готовности проекта, наличие прототипа или готового продукта.	Риски проекта	Оцениваются сведения, указанные о рисках проекта.
Эффекты от внедрения	Оценивается экономический или иной положительный эффект от внедрения.	Мероприятия по реализации проекта / WBS ⁵	Оцениваются цели, этапы и план мероприятий по реализации проекта.
Наличие продаж	Оценивается объем продаж. Учитывается наличие продаж, опыт внедрения решения.	Соответствие проектной деятельности	Оценивается соответствие критериям проектной деятельности.
Рынок	Оценивается емкость рынка. Оценивается фактический объем рынка. Оценивается динамика развития рынка.	Команда проекта	Оценивается состав команды и опыт. Устанавливается минимальное количество участников в команде.
Пилотные внедрения	Оценивается опыт проведения пилотных внедрений.	Патентоспособность	Оценивается потенциальная патентоспособность предложения.
Актуальность решаемой проблемы	Оценивается актуальность решаемой проектом проблемы.	Коммерческая значимость предложения	Оценивается коммерческая значимость предложения.
Техническая значимость предложения	Оценивается техническая значимость предложения.	Интеллектуальная собственность	Оценивается наличие интеллектуальной собственности, а также ее защита.
Технологические барьеры	Оценивается отсутствие технологических барьеров для проекта.	Компонентная база	Оценивается наличие компонентной базы для нового продукта.
Ресурсы	Оценивается наличие свободных производственных мощностей для производства продукта. Оценивается наличие средств технологического оснащения.	Имеющийся научно-технический и практический задел	Оценивается имеющийся научно-технический и практический задел.
Предложенные методы и способы решения задач	Оценивается наличие, обоснованность и достаточность предложенных методов и способов решения задач.	Бизнес-модель	Оценивается обоснованность и жизнеспособность представленной бизнес-модели создания, развития и продвижения продукта.
Финансирование	Оценивается требуемая сумма финансирования. Оценивается наличие инвестора или возможность софинансирования проекта из собственных средств.	Ценовое позиционирование	Оценивается ценовое позиционирование продукта. Устанавливается желательный средний чек.
Плановая внутренняя норма доходности	Устанавливается минимальный порог плановой внутренней нормы доходности.	Рыночная капитализация	Оценивается вероятность роста рыночной капитализации.
Точки роста	Оценивается наличие явных точек роста (господдержка, ФЦП, пр.).		

5 WBS – Work Breakdown Structure.

Таблица 2

Блоки собираемой информации о R&D проектах

Название блока	Атрибуты блока	Название блока	Атрибуты блока
Общие сведения о предложении/ продукте/ технологии	<ul style="list-style-type: none"> • Название. • Направление. • Сайт. • Область применения. 	Требования	<ul style="list-style-type: none"> • Требования к ИТ-инфраструктуре. • Требования государственных органов.
Описание предложения/ продукта/ технологии	<ul style="list-style-type: none"> • Описание продукта и характеристик. • Описание решения. 	Объект, который предлагается изменить	<ul style="list-style-type: none"> • Объект, который предлагается изменить. • Недостатки существующего объекта/ решения. • Обоснование необходимости инициации.
Цели предложения/ продукта/ технологии	<ul style="list-style-type: none"> • Цели предлагаемого решения. • Задачи предлагаемого решения. • Ориентировочный срок достижения целей. 	Планы по развитию/ реализации	<ul style="list-style-type: none"> • Дальнейшее развитие продукта. • План реализации проекта с указанием этапов. • Оценка сроков реализации.
Решаемая проблема	<ul style="list-style-type: none"> • Описание решаемой проблемы. • Как продукт/проект решает указанную проблему. • Как проблема решается в настоящий момент. 	Фактический объем рынка и объем продаж	<ul style="list-style-type: none"> • Фактический объем продаж продукта за 3 последних года. • Объем и емкость рынка продукта. • Количество продаж. • Выручка за последний год. • Фактическая доля рынка.
Преимущества предложения/ продукта/ технологии	<ul style="list-style-type: none"> • Количественные и качественные преимущества решения. • Конкурентные преимущества. • Уникальные особенности продукта. 	Участие в программах институтов развития/ акселераторах	<ul style="list-style-type: none"> • Участие в программах институтов развития. • Участие в других акселерационных программах и программах поддержки.
Инновационность/ новизна предлагаемого решения	<ul style="list-style-type: none"> • Технология/инновационность. • Научная новизна предлагаемых решения. 	Формат взаимодействия/ сотрудничества	<ul style="list-style-type: none"> • Направление сотрудничества. • Предлагаемый формат бизнес-взаимодействия.
Сфера/ область применения решения	<ul style="list-style-type: none"> • Сфера применения. • Область применения. • Описание основных технологических и рыночных трендов в сфере проекта. • Анализ современного состояния и перспектив развития отрасли, в которой реализуется инновационный проект. 	Экономические показатели	<ul style="list-style-type: none"> • Перечень показателей, характеризующих предполагаемую экономию. • Основные экономические показатели к концу реализации проекта.
Текущий статус/ стадия проекта	<ul style="list-style-type: none"> • Статус проекта. • Стадия развития проекта. 	Ранее привлеченное финансирование	<ul style="list-style-type: none"> • Привлеченное венчурное/ иное финансирование.
Уровень зрелости	<ul style="list-style-type: none"> • Уровень зрелости технологии. • Соответствию уровню технологической готовности. 	Требуемые инвестиции	<ul style="list-style-type: none"> • Требуемые инвестиции (этап, объем инвестиций, решаемая задача, сроки финансирования). • Оценка стоимости реализации.
Описание бизнес-модели	<ul style="list-style-type: none"> • Описание бизнес-модели. 	Прогноз продаж	<ul style="list-style-type: none"> • Прогнозируемый объем продаж.
Описание решений конкурентов	<ul style="list-style-type: none"> • Описание решений конкурентов в России и в мире. • Таблица сравнительных характеристик с основными конкурентами. 	Контактная информация	<ul style="list-style-type: none"> • ФИО контактного лица. • Должность контактного лица. • Почта контактного лица. • Телефон контактного лица. • Название организации. • Реквизиты организации.
Ключевые потребители/ клиенты	<ul style="list-style-type: none"> • Перечень ключевых потребителей. • Описание потенциального клиента. 	Описание ограничений и рисков	<ul style="list-style-type: none"> • Описание ограничений и рисков. • Типы и источники рисков. • Мероприятия по управлению рисками.
Сегмент потребителей	<ul style="list-style-type: none"> • Сегмент потребителей. • Целевые сегменты. 	Интеллектуальная собственность	<ul style="list-style-type: none"> • Наличие объектов интеллектуальной собственности в проекте. • Имеющие отношение к проекту научные публикации, патенты, разработки.
Целевой сегмент рынка	<ul style="list-style-type: none"> • Описание целевого сегмента рынка. 	Ожидаемый эффект от внедрения	<ul style="list-style-type: none"> • Оценка ожидаемого эффекта от реализации (планируемый экономический эффект).
Команда проекта	<ul style="list-style-type: none"> • ФИО исполнителя. • Роль и ответственность. • Контакты (телефон/ email). • Компетенции и опыт. 	Прогнозируемый объем рынка, динамика роста рынка	<ul style="list-style-type: none"> • Прогнозируемый объем рынка. • Динамика роста рынка.

совместимость технологий, сравнение с конкурирующими технологиями, производственные площадки для выпуска в массовом масштабе, научно-технологические барьеры и т.п.;

- инженерная оценка – готовность технологии или ее элементов к внедрению в систему более высокого уровня, использование при разработке систем автоматизированного проектирования, подготовка документации и т.п.;

- экономическая оценка – рентабельность производства, затраты на распространение/ продвижение, затраты на обслуживание, цена решения по сравнению с аналогичными решениями, доход после применения решения и потенциальная прибыль от решения и т.д.;

- оценка рынка – рыночный спрос на решение, потенциальные области и масштабы применения, соответствует ли решение потребностям потребителей, конкурентные преимущества и срок их действия, готовность рынка к восприятию технологии, барьеры для выхода на рынок и т.п.;

- оценка влияния технологии – социально-экономические эффекты, воздействие на окружающую среду и ее влияние на технологию, удовлетворенность потребителей и т.п.;

- нормативно-правовая оценка – правовая защита технологии, соответствие действующим и находящимся в стадии разработки национальным и международным юридическим нормам, легальное использование интеллектуальной собственности, соответствие стандартам и сертификация, нормативно-правовые барьеры и т.п.;

- оценка навыков и компетенций команды разработчиков – формирование команды разработчиков, обучение необходимым навыкам, привлечение требуемых компетенций и т.п.;

- оценка управления – взаимодействие с соисполнителями и поставщиками, планирование разработки, обоснованность WBS, следование правилам управления проектами при разработке, управление ресурсами и т.п.

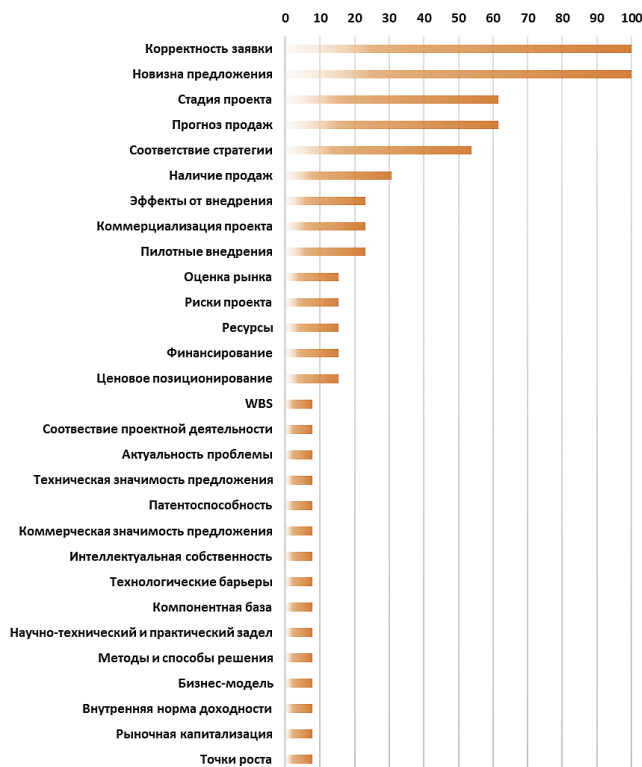


Рисунок 2. Повторяемость (%) критериев отбора проектов, используемых различными корпорациями

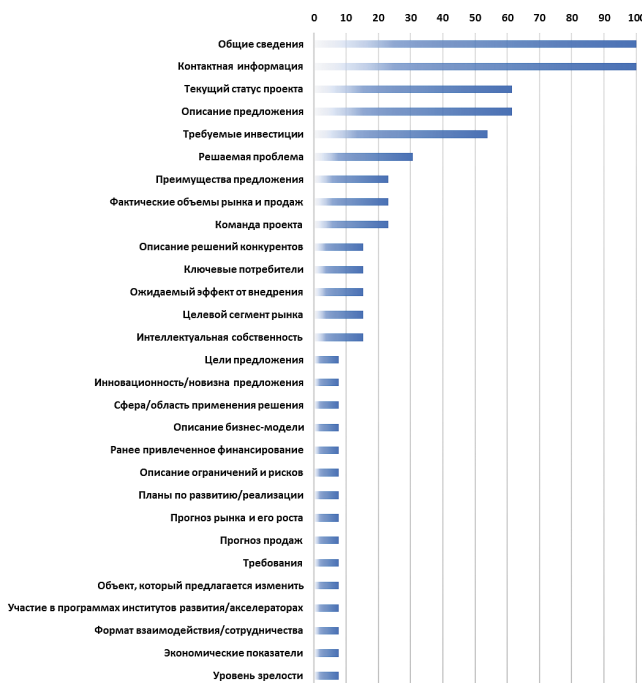


Рисунок 3. Повторяемость (%) смысловых блоков информации, собираемой различными корпорациями

ТРЕБОВАНИЯ К РАЗРАБОТКЕ КОНЦЕПТУАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ОЦЕНКИ УРОВНЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ГОТОВНОСТИ R&D ПРОЕКТА И ЕГО ПОТЕНЦИАЛА

Сформулируем теперь на основе общепринятого подхода к сравнению различных методов, используемых для оценки R&D проектов [37], требования, которым должна удовлетворять концептуальная модель оценки технологической готовности научно-технологического проекта и его потенциала на ранних стадиях разработки TPRA (Technology Project Readiness Assessment) в рамках единого инструмента оценки.

Как уже отмечалось, на ранних стадиях разработки провести оценку R&D проекта в некоторых сферах оценки, определенных выше, весьма затруднительно из-за недостатка или значительной неопределенности требуемой для этого информации. Кроме того, существуют хорошо зарекомендовавшие себя инструменты для проведения отдельных видов таких оценок, в первую очередь – для оценки экономических показателей R&D проектов, таких, например, как [26, 30, 38]. Следовательно, нет необходимости в создании нового инструмента экономической оценки R&D проектов на ранней стадии разработки технологий. Правильнее, на наш взгляд, утверждать, что создаваемая модель **должна обеспечивать подготовку** необходимой исходной информации для инструментов подобного рода, например, с точки зрения технологических особенностей выполняемого проекта.

За последние несколько десятилетий в специальной и научной литературе был разработан очень широкий спектр количественных и качественных методов оценки R&D проектов, которым посвящено множество обзоров, одним из лучших среди которых можно считать работу [1]. Среди существующих методов оценки, как правило, можно выделить следующие группы методов: методы оценки на основе ранжирования, экономические модели и методы, методы на основе теории анализа решений, методы на основе математического программирования, методы с применением искусственного

интеллекта, методы на основе методологии TRL⁶/TRA⁷ и многие другие. По нашему мнению, среди представленных групп методов наиболее подходящими для идентификации и последующего учета технологических аспектов выполняемых проектов с точки зрения комплексного определения уровня их технологической готовности являются методы, основанные на использовании инструментов TRL. Следовательно, в основе создаваемого инструмента оценки потенциала R&D проектов на ранних стадиях разработки **должны лежать принципы** методологии TRL. Естественно, что при разработке модели может потребоваться разработка шкал уровней готовности различных параметров R&D проектов и определение их взаимного отображения друг на друга. Использование метода TRL обеспечит, с одной стороны, воспроизводимость результатов оценки другими инструментами, основанными на TRL, а с другой – универсальность и возможность легитимации оценки потенциала R&D проектов различными корпорациями и институтами инновационного развития.

Модель оценки технологической готовности научно-технологического проекта и его потенциала на ранних стадиях разработки в рамках единого инструмента оценки **должна быть способна решать** несколько задач: оценка технологического уровня проекта, оценка коммерческого потенциала, оценка готовности технологии к трансферу, оценка технологии как научно-технического задела, а также оценка возможных рисков, которые могут привести к невыполнению проекта с заданными требованиями, предъявляемыми к результатам проекта, в заданные сроки и в рамках отведенного бюджета на выполнение проекта.

Анализ использования различных методов и инструментов оценки R&D проектов приводит к однозначному выводу: разработанная до сих пор методическая база применяется с различными ограничениями из-за того, что ее сложно практически использовать при решении конкретных задач (если не брать во внимание модельные оценки для идеальных проектов) [28], поэтому создаваемая модель **должна быть**

⁶ TRL – Technology Readiness Level.

⁷ TRA – Technology Readiness Assessment.

простой в практическом использовании, а ее результаты легко интерпретируемы. В качестве примера рассмотрим метод оценки потенциала коммерциализации проекта НИОКР [39], в котором потенциал коммерциализации проекта НИОКР определяется как вероятностная характеристика на основе формирования векторов коммерциализации в многомерном пространстве, определяемом через параметры проекта в рамках методологии TPRL⁸ [40]. Поскольку в работе [39] не приводятся алгоритмы определения этих вероятностных характеристик, а приведенные примеры обладают существенной отраслевой спецификой, можно утверждать, что применение данного инструмента на сегодняшний день носит теоретический характер и не обладает практической ценностью.

Ранние стадии разработки технологий характеризуются значительной неопределенностью в успехе разработки, следовательно, на них существуют высокие риски разработки, поэтому концептуальная модель оценки потенциала R&D проекта на ранних стадиях при анализе проектов *должна учитывать риски*. Это не означает, что в модель должны быть включены инструменты для идентификации абсолютно всех рисков. Это, скорее, характеризует способность модели оценивать потенциальные риски R&D проектов, возникающие при повышении уровня их технологической готовности.

Естественно, что любая оценка только тогда будет объективной и исчерпывающей, когда для ее проведения требуется такая информация, которая может быть получена достаточно легко, а ее полнота будет исчерпывающей, т.е. разрабатываемая модель *должна использовать только доступные данные* о проектах.

Не существует на сегодняшний день методов оценки R&D проектов, для проведения которой не привлекались бы отраслевые эксперты, обладающие различным опытом и знаниями. Поскольку все критерии и методы оценки проектов всегда разрабатываются с их участием, то появление новых знаний и опыта может привести к изменению как набора критериев, так и алгоритмов оценки, поэтому разрабатываемая модель *должна обладать адаптивностью*

и быть легко перестраиваемой для учета разнообразного опыта и знания разных экспертов и лиц, принимающих решения.

И, наконец, *архитектура* разрабатываемой модели оценки потенциала R&D проекта *должна быть сформирована* таким образом, чтобы созданные на ее основе программные инструменты использовали оптимальные ресурсы для их настройки и внедрения, т.е. не требовали значительных финансовых ресурсов для внедрения, а время, затрачиваемое на их настройку, не было бы значительным.

ОПИСАНИЕ КОНЦЕПТУАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ОЦЕНКИ УРОВНЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ГОТОВНОСТИ R&D ПРОЕКТА И ЕГО ПОТЕНЦИАЛА НА РАННИХ СТАДИЯХ РАЗРАБОТКИ

Концептуальная модель оценки уровня технологической готовности R&D проекта и его потенциала неразрывно связана с моделью выполнения такого проекта. На *рисунке 4* показана модель выполнения R&D проекта, составленная на основе анализа процессов организации инновационной деятельности в различных корпорациях и акселераторах инновационной деятельности, проведенного в рамках настоящего исследования, а также анализа лучших практик выполнения инновационных проектов и разработки новых продуктов, представленных в специализированной литературе [41–45].

Модель выполнения R&D проекта, представленная на *рисунке 4*, отражает последовательность этапов выполнения работ, а также определяет тот факт, что все процессы по выполнению R&D проекта могут быть разделены на две группы: основные процессы (ранние стадии выполнения R&D проекта) и вспомогательные (процессы поддержки R&D), основное содержание которых показано на *рисунке 4*.

Предлагаемая концептуальная модель оценки уровня технологической готовности R&D проекта и его потенциала на ранних стадиях разработки TPRA, удовлетворяющая вышеперечисленным требованиям и учитывающая

⁸ TPRL – Technology Project Readiness Level.

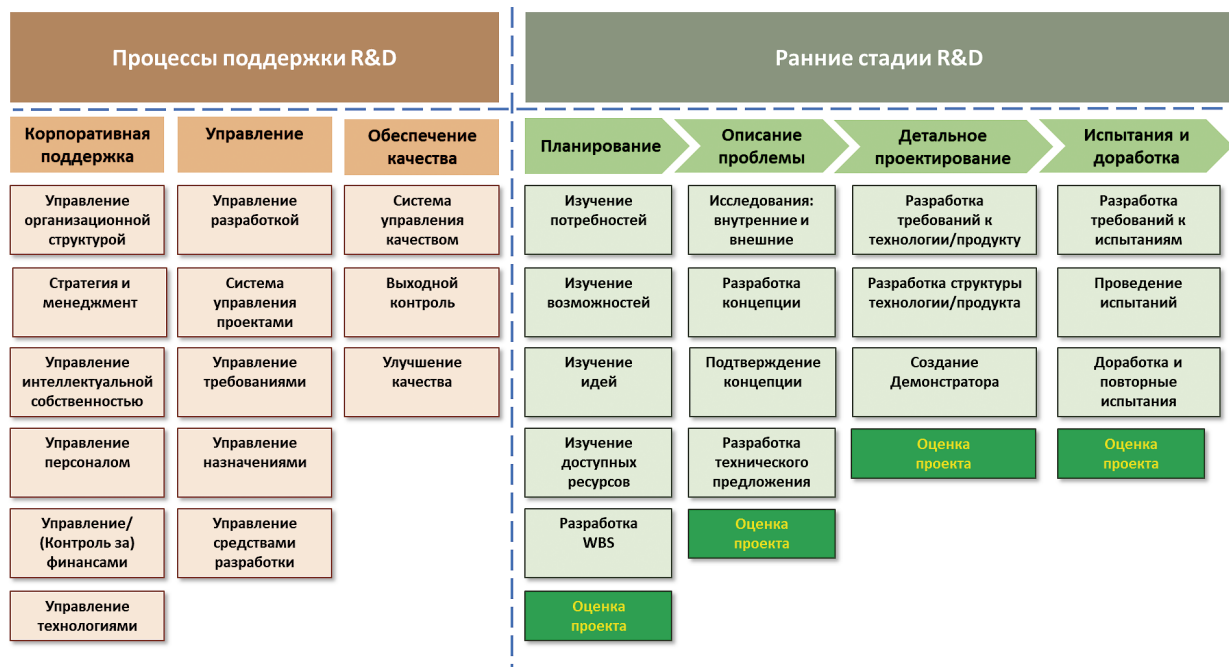


Рисунок 4. Модель выполнения R&D проекта

разработанные сферы оценки проекта, представлена на *рисунке 5* в виде иерархической структуры, состоящей из 4 уровней.

1-й уровень данной модели характеризует соответствие R&D проекта стратегическим целям научно-технологического и инновационного развития корпорации или института инновационного развития.

2-й уровень – уровень построения системы критериев, включающей в себя показатели, которые могут быть использованы для проведения оценки проекта в соответствующих сферах: технологическая оценка, инженерная оценка, экономическая оценка, оценка рынка, оценка влияния и восприятия технологии, нормативно-правовая оценка, оценка навыков и компетенций проектной команды, а также оценка процессов управления разработкой. Следует отметить, что на данном уровне допускается включение дополнительных критериев, отражающих специфику деятельности корпораций или институтов инновационного развития.

3-й уровень – уровень формирования на основе модели выполнения R&D проекта (*рисунк 4*) и критериев оценки, созданных на предыдущем уровне системы параметров проекта, определяющих сбалансированное выполнение работ по созданию технологии или

продукта в R&D проекте как, например, это сделано в работе [46]. Система параметров, используемая в предлагаемой модели, включает такие ценности проекта, как готовность технологии (TR), производственная готовность (MR), инженерная готовность (ER), коммерческая готовность (CR), организационная готовность (OR). Для каждого из параметров разрабатывается шкала оценки, аналогичная тем, что используются в методологии TRL/TRA [46–54].

4-й уровень – непосредственно уровень оценки технологической готовности проекта, его потенциала и рисков невыполнения, зависящих от уровня технологической готовности проекта.

На 4-м уровне модели TPRA используются специальные методы обработки информации о R&D проекте, основанные на применении сбалансированного комплексного подхода к оценке технологий на начальных этапах их разработки, т.к. на сегодняшний день именно такой подход является наиболее перспективными для создания методологии оценки потенциала R&D проектов за счет:

- комплексной оценки предлагаемых проектов по различным параметрам готовности технологии;
- осуществления мониторинга хода выполнения проекта (как по отдельным параметрам

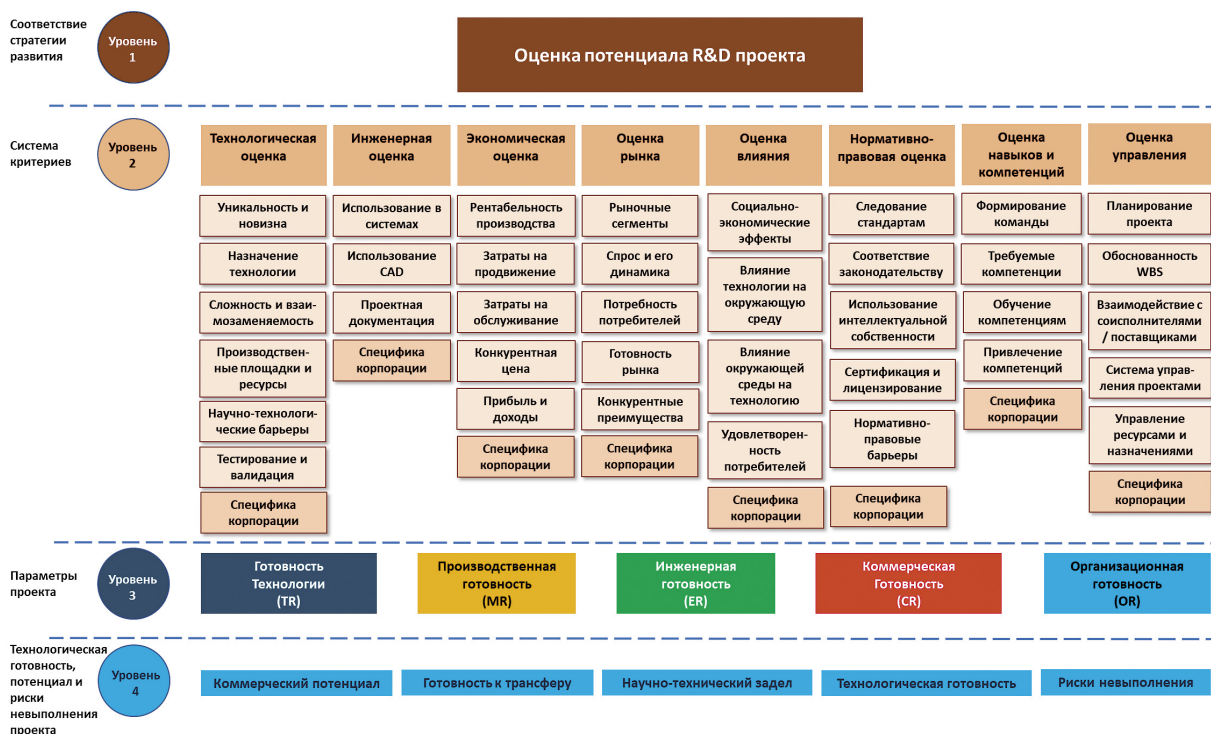


Рисунок 5. Концептуальная модель оценки уровня технологической готовности R&D проекта и его потенциала на ранних стадиях разработки TPRA (Technology Project Readiness Assessment)

с точки зрения гармоничного выполнения проекта, так и с точки зрения оценки потенциала);

- оценки рисков недостижения ожидаемых требуемых результатов (функциональности и производительности конечного продукта и целевой системы);
- принятия обоснованных управленческих решений о поддержке предлагаемого к внедрению продукта/технологии, а также формы поддержки (финансирование, софинансирование, др.);
- определения необходимых шагов для формирования плана-графика последовательного развития поддержанного к внедрению продукта/технологии;
- обеспечения коммуникации между разработчиками, партнерами по разработке, поставщиками и заказчиками, а также за счет того, что они являются своеобразным контейнером используемых для оценки различных критериев методик, т.е. методы обработки информации оценивают, достигнуты определенные состояния проекта или нет, и не диктуют жесткие требования относительно того, как именно они должны быть достигнуты или как именно

их следует оценивать. Естественно, критерии оценки существующих методов оценки должны быть гармонизированы с характеристиками описания состояний проекта в терминах параметров проекта, сформированных на 3-м уровне иерархии концептуальной модели оценки уровня технологической готовности R&D проекта и его потенциала на ранних стадиях разработки TPRA.

Для оценки рисков невыполнения R&D проектов в зависимости от уровня их технологической готовности в предлагаемой модели TPRA используются подходы, описанные в [55].

ИНДИКАТОРЫ R&D ПРОЕКТА, ОПРЕДЕЛЯЕМЫЕ В МОДЕЛИ TPRA

Введем в рассмотрение 5-мерное евклидово пространство, каждой координатной оси которого соответствует один из параметров R&D проекта, используемых в концептуальной модели. Предположим, что в результате оценки проекта были получены значения *T*, *M*, *E*, *C*, *O* по шкалам оценки параметров TR, MR, ER, CR, OR соответственно. Это означает, что

текущее состояние проекта может быть описано вектором в таком пространстве координат $\vec{s} = (T, M, E, C, O)$, направленным из начала координат в точку с координатами (T, M, E, C, O) . Такой подход позволяет нам определить **технологическую готовность проекта** в определенный момент времени его разработки как **вектор состояния проекта** в этот момент времени. В дальнейших рассуждениях будем предполагать, что размерности шкал для каждого из параметров одинаковы. Даже если это не так, то, используя хорошо известные методы преобразования, можно перейти к требуемой системе координат.

Если в какой-то момент времени \vec{s}_1 состояние R&D проекта описывалось вектором, а при следующем оценивании в момент времени t_2 вектором \vec{s}_2 , то разница этих векторов $\Delta\vec{s} = \vec{s}_2 - \vec{s}_1$ определит **динамику изменения технологической готовности** этого проекта во времени. Если все состояния проекта отметить в координатном пространстве, то полученная последовательность сформирует траекторию развития проекта в пространстве параметров R&D проекта: TR, MR, ER, CR, OR.

Когда проект развивается сбалансированно, все его параметры изменяются пропорционально, а, учитывая, что состояние проекта, достигшего конечного уровня готовности по всем параметрам будет описываться вектором $\vec{T} = (9,9,9,9,9)$, мы можем утверждать, что траектория развития такого «идеального» сбалансированного проекта будет представлять отрезок прямой, проходящей через начало координат и точку с координатами $(9,9,9,9,9)$. Введем также в рассмотрение единичный вектор $\vec{e} = (1,1,1,1,1)$, коллинеарный вектору \vec{T} .

У такого «идеального» проекта действия, которые необходимо предпринять для его выполнения в заданные сроки и с заданным объемом финансирования, не будут приводить к каким-либо существенным рискам, которые смогут повлиять на выполнение проекта. Очевидно также, что если вектор состояния R&D проекта \vec{s} в любой момент времени выполнения проекта будет коллинеарен вектору \vec{e} , то это будет означать, что развитие проекта осуществляется по траектории, близкой к идеальной, а т.к. «идеальный» проект обладает максимальной результативностью, то мы можем определить **потенциал R&D**

проекта в определенный момент времени как количественную меру отклонения вектора его состояния \vec{s} и идеального вектора \vec{T} . Потенциал R&D характеризует возможность получения при оптимальном расходовании ресурсов на выполнение проекта без необходимости их наращивания и минимальных рисках выполнения проекта таких результатов, при практическом использовании которых будут достигнуты ожидаемые максимальные эффекты (социальные, коммерческие, экономические и др.).

На *рисунках 6 и 7* представлены графические интерпретации введенных выше определений. Т.к. графическое восприятие 5-ти мерного пространства достаточно затруднено, все графические интерпретации выполнены для 3-х мерного пространства (TR, CR, MR) .

Как известно, в евклидовом пространстве косинус угла между двумя векторами \vec{a} и \vec{b} может быть определен как отношение их скалярного произведения и произведения длин векторов на основе соотношения

$$\cos \alpha = \frac{\vec{a} \cdot \vec{b}}{|\vec{a}| \cdot |\vec{b}|},$$

которое мы и будем использовать для определения угла α (см. *рисунок 7*). (1)

В качестве меры измерения потенциала R&D проекта предлагается использовать трехзначную шкалу – **низкий** потенциал, **средний** потенциал и **высокий** потенциал. Такая шкала наиболее применима для решения различных задач, т.к. термины «низкий», «средний» и «высокий» являются интуитивно понятными и не требуют какой-либо дополнительной интерпретации. В *таблице 3* представлены примерные численные значения границ интервалов, определяющих категории потенциала R&D проекта.

Таблица 3

Количественные значения границ интервалов шкалы измерения потенциала R&D проекта

Категория потенциала	Интервал значений
Низкий	[0, 0.48]
Средний	[0.48, 07]
Высокий	[0.7, 1]

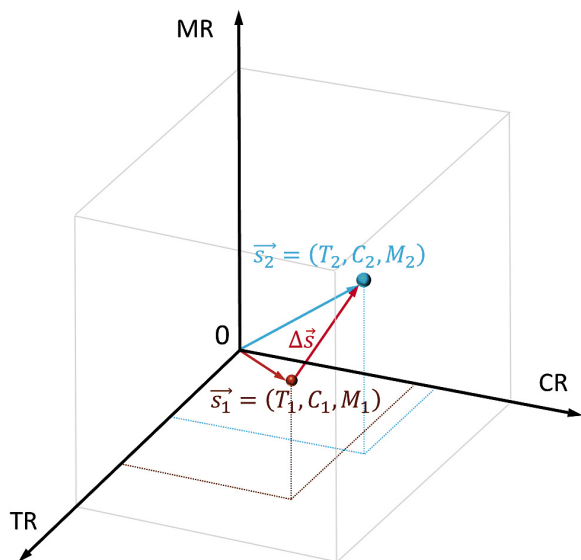


Рисунок 6. Динамика развития R&D проекта из состояния \vec{s}_1 в состояние \vec{s}_2

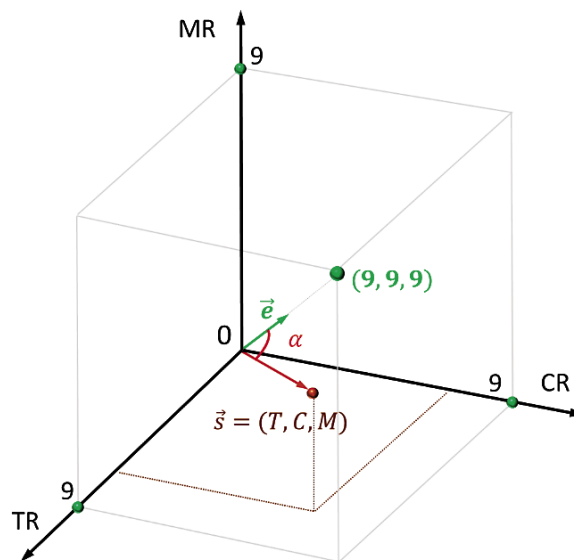


Рисунок 7. Отклонение состояния R&D проекта \vec{s} от «идеальной» траектории развития \vec{e}

На основе подхода, использованного для определения потенциала R&D проекта в целом, уточним теперь определения потенциала коммерциализации результатов R&D проекта, потенциала использования результатов R&D проекта для участия в трансфере технологий и потенциала использования результатов в качестве научно-технического задела для будущих исследований.

По нашим оценкам, говорить о коммерческом успехе результатов R&D проектов имеет смысл для таких проектов, у которых выполнен полный цикл работ по созданию технологии, т.е. все координаты вектора \vec{T} равны 9 – $\vec{T}_C = (9, 9, 9, 9, 9)$. На основе анализа системы критериев и областей оценки, которые содержатся в специализированной литературе, посвященной разработке методов оценки коммерческого потенциала технологий [4–10, 16, 17, 28, 32, 35], определим **потенциал коммерциализации результатов R&D проекта** на ранних стадиях его разработки как количественную меру отклонения проекции вектора состояния \vec{s} проекта на подпространство (T, E, C, O) от проекции на это же подпространство идеального вектора \vec{T}_C , т.е. потенциал коммерциализации результатов R&D проекта будет рассчитываться по формуле (1),

в которой вектор $\vec{a} = (T, 0, E, C, O)$, а вектор $\vec{b} = (9, 0, 9, 9, 9)$.

Проекты, результаты которых планируются использовать в процессах трансфера технологий, как правило имеют уровень технологического развития не выше 6 – максимального уровня, характеризующего цикл прикладных исследований и разработок, т.е. все координаты вектора \vec{T} равны 6 – $\vec{T}_T = (6, 6, 6, 6, 6)$. На основе анализа системы критериев и областей оценки, которые содержатся в специализированной литературе, посвященной разработке методов оценки готовности технологии к участию в технологическом трансфере [3, 7, 15, 27], определим **потенциал использования результатов R&D проекта для участия в трансфере технологий** на ранних стадиях его разработки как количественную меру отклонения проекции вектора состояния \vec{s} проекта на подпространство (T, C, O) от проекции на это же подпространство идеального вектора \vec{T}_T , т.е. потенциал использования результатов R&D проекта для участия в трансфере технологий будет рассчитываться по формуле (1), в которой вектор $\vec{a} = (T, 0, 0, C, O)$, а вектор $\vec{b} = (6, 0, 0, 6, 6)$.

Существует класс проектов, результаты которых не планируются к коммерческому

использованию. Однако полученные в результате выполнения таких проектов итоги могут быть эффективно использованы в качестве научно-технического задела для выполнения других исследований, как правило в пределах одной и той же организации или корпорации. В работе [39] подобные проекты отнесены к группе проектов, названной как НИОКР-услуга. Существуют также проекты, которые направлены на оптимизацию существующих в корпорациях технологических процессов и результаты которых будут внедряться на уже существующих промышленных площадках. У таких проектов средний уровень технологического развития не превышает значение, равное 3, т.е. все координаты вектора \vec{T} равны $3 - \vec{T}_G = (3, 3, 3, 3, 3)$. Для того, чтобы оценить возможность такого использования результатов подобных R&D проектов, определим теперь **потенциал использования результатов R&D проекта в качестве научно-технического задела** на любой стадии выполнения такого проекта как количественную меру отклонения проекции вектора состояния \vec{z} проекта на подпространство (T, E) от проекции на это же подпространство идеального вектора \vec{T}_G , т.е. потенциал использования результатов R&D проекта в качестве научно-технического задела будет рассчитываться по формуле (1), в которой вектор $\vec{a} = (T, 0, E, 0, 0)$, а вектор $\vec{b} = (3, 0, 3, 0, 0)$.

Рассмотрим еще один показатель, который может быть рассчитан в рамках предлагаемой модели. Ранее мы определили состояние проекта через вектор в пространстве параметров R&D проекта. Введем в рассмотрение величину **готовности результатов R&D проекта** ε , равную отношению длин векторов \vec{z} и \vec{T} . Смысл величины ε отличается от смысла технологической готовности R&D проекта. Если технологическая готовность определяет траекторию выполнения проекта в пространстве его параметров, построенную по координатам состояний проекта в определенные моменты времени, то готовность результатов характеризует завершенность разработки не с точки зрения выполнения необходимого объема работ по проекту при его выполнении, а с точки зрения достижения максимального уровня их

технологической готовности для практического использования.

Аналогично тому, как было конкретизировано определение потенциала R&D проекта, конкретизируем теперь определение готовности результатов R&D проекта к коммерциализации, трансферу технологии и использованию в качестве научно-технического задела.

Готовность результатов R&D проекта к коммерциализации определим как отношение длин проекций векторов и на подпространство параметров проекта (T, E, C, O) .

Готовность результатов R&D проекта к участию в трансфере технологий определим как отношение длин проекций векторов и на подпространство параметров проекта (T, C, O) .

И, наконец, **готовность результатов R&D проекта к использованию в качестве научно-технического задела** определим как отношение длин проекций векторов и, на подпространство параметров проекта (T, E) .

Для анализа хода выполнения R&D проекта траектория его выполнения может быть представлена в системе координат, в которой по оси абсцисс указываются значения потенциала, а по оси ординат – значение готовности результатов, как показано на рисунке 8. Значение $\varepsilon = 0.6$ на рисунке 8 характеризует максимальное значение готовности результатов, которое может быть достигнуто на ранних стадиях его выполнения.

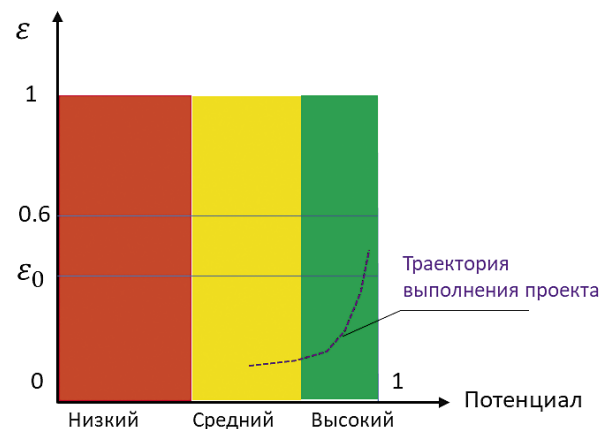


Рисунок 8. Траектория выполнения R&D проекта в координатах потенциал – готовность результатов

Таблица 4

Индикаторы проекта и интервалы их определения (по шкале готовности параметров R&D проекта) в концептуальной модели TPRA

№ п/п	Индикатор проекта	Характеристика индикатора	Тип индикатора	Шкала измерений индикатора	Интервал определения (по шкале готовности параметров проекта)
1	Уровень готовности параметров проекта	Количественное значение, соответствующее определенному интервалу шкалы готовности параметра	Целочисленная скалярная величина	[0, 9]	[0, 9]
2	Уровень технологической готовности проекта	Вектор в пространстве параметров проекта, координаты которого определяют состояние проекта в момент оценки	Векторная величина		[0, 9]
3	Динамика изменения технологической готовности проекта	Разность векторов, относящихся к двум последовательным состояниям проекта	Векторная величина		[0,9]
4	Потенциал проекта в целом	Характеризует возможность получения результатов, которые обеспечат достижение ожидаемых максимальных эффектов от практического использования результатов при оптимальном расходовании ресурсов на выполнение проекта без необходимости их наращивания и минимальных рисках выполнения проекта	Скалярная величина	0 – низкий 1 – средний 2 – высокий	[0, 9]
5	Потенциал коммерциализации результатов проекта	Характеризует возможность получения максимальных доходов от практического использования результатов при оптимальном расходовании ресурсов на выполнение проекта без необходимости их наращивания и минимальных рисках выполнения проекта	Скалярная величина	0 – низкий 1 – средний 2 – высокий	[0, 9]
6	Потенциал использования результатов проекта в трансфере технологий	Характеризует возможность использования результатов проекта другими корпорациями и организациями или в иных сферах деятельности при оптимальном расходовании ресурсов на выполнение проекта без необходимости их наращивания и минимальных рисках выполнения проекта	Скалярная величина	0 – низкий 1 – средний 2 – высокий	[0, 6]
7	Потенциал использования результатов проекта в качестве научно-технического задела	Характеризует возможность использования результатов проекта в других проектах или для оптимизации существующих в организации промышленно-технологических процессов при оптимальном расходовании ресурсов на выполнение проекта без необходимости их наращивания и минимальных рисках выполнения проекта	Скалярная величина	0 – низкий 1 – средний 2 – высокий	[0, 3]
8	Готовность результатов проекта в целом	Характеризует степень достижения максимального уровня технологической готовности проекта для практического использования результатов	Скалярная величина	[0, 1]	[0, 9]
9	Готовность результатов к коммерциализации	Характеризует степень достижения максимального уровня технологической готовности проекта для вовлечения результатов в коммерческий оборот	Скалярная величина	[0, 1]	[0, 9]
10	Готовность результатов проекта к участию в трансфере технологий	Характеризует степень достижения максимального уровня технологической готовности проекта для участия результатов в трансфере технологий	Скалярная величина	[0, 1]	[0, 6]
11	Готовность результатов проекта к использованию в качестве научно-технического задела	Характеризует степень достижения максимального уровня технологической готовности проекта для участия результатов в качестве научно-технического задела	Скалярная величина	[0, 1]	[0, 3]
12	Риски невыполнения проекта	Характеризуют риски, которые могут возникнуть при переходе проекта от одного состояния в пространстве координат параметров проекта к другому	Скалярная величина	0 – низкий 1 – средний 2 – высокий	[0, 9]

Таким образом, предложенная концептуальная модель оценки уровня технологической готовности R&D проекта и его потенциала на ранних стадиях разработки TPRA позволяет определять индикаторы проекта, перечень которых приведен в *таблице 4*, на различных интервалах готовности параметров R&D проекта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ существующих моделей и методов оценки R&D проектов показал, что в специализированной литературе основное внимание уделяется оценке технологий, создаваемых в R&D проектах, с точки зрения успешности их вывода на рынок, т.е. оценке их коммерческого потенциала. Чем раньше будут выявлены такие технологии, тем более успешным будет вывод их на рынок. Но для успеха трансфера технологий важно оценивать не только их коммерческий успех, но также и их готовность к участию в этом процессе. Оценка R&D проектов на ранних стадиях разработки имеет большое значение в случае программ стратегических исследований, требующих значительного финансирования; следовательно, необходимо очень точно анализировать инновационные решения, особенно с учетом определения коммерческого потенциала разрабатываемых технологий. Результаты оценки законченных проектов могут быть основой для создания новых исследовательских проектов и проведения предварительной оценки новых технических инновационных идей.

В специальной литературе описано множество методов и моделей анализа R&D проектов, которые позволяют определять их отдельные параметры и показатели с точки зрения

требований решения специфических задач конкретными корпорациями и организациями на поздних этапах разработки технологий. Однако на сегодняшний день не существует инструмента для оценки потенциала создаваемой в R&D проекте технологии, который может использоваться как государственными организациями, так и частными компаниями и корпорациями с целью определения:

- возможности вовлечения результатов проектов в коммерческий оборот;
- возможности участия результатов проектов в трансфере технологий;
- возможности использования результатов проектов качестве научно-технического задела, а также уровня технологической готовности проекта и рисков его невыполнения в рамках единого инструмента.

На основе проведенного анализа различных методов и моделей оценки R&D проектов, применяемых в современной практике, были определены требования к разработке подобного инструмента и предложена иерархическая концептуальная модель оценки технологической готовности научно-технологического проекта, его потенциала на ранних стадиях разработки и оценки рисков невыполнения проекта TPRA (Technology Project Readiness Assessment), а также система индикаторов проекта, контроль за изменением которых позволит более эффективно принимать управленческие решения. Создаваемые на основе данной модели инструменты оценки могут использоваться для решения различных задач, связанных с повышением эффективности инновационной деятельности в корпорациях и институтах инновационного развития.

ЛИТЕРАТУРА

1. Henriksen A.D., Traynor A.J. (1999) A practical R&D project-selection scoring tool // IEEE Transactions on Engineering Management. 46(2):158–170. DOI: 10.1109/17.759144.
2. Logar C.M., Ponzurick T.G., Spears J.R., Russo France K. (2001) Commercializing intellectual property: a university-industry alliance for new product development // Journal of Product & Brand Management. 10(4):206–217. DOI: 10.1108/EUM0000000005672.
3. Estep J., Daim T.U. (2016) A Framework for Technology Transfer Potential Assessment // 2016 Portland International Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET). Honolulu, HI, USA. Pp. 2846–2852. DOI: 10.1109/PICMET.2016.7806626.
4. Kathleen R. (2003) Allen. Bringing New Technology to Market. New Jersey: Prentice Hall.

5. *Lipkova L., Braga D.* (2016) Measuring Commercialization Success of Innovations in the EU // *Маркетинг і менеджмент інновацій*. 4:15–30.
6. *Смирнов С.С., Горбунов В.В.* (2013) Методический подход к оценке достаточности научно-технического задела для разработки перспективного вооружения // *Вооружение и экономика*. 2(23):44–51.
7. *Lavoie J.R., Kim J., Daim T.U.* (2017) A Technology Transfer Framework: A Case Study from the Energy Sector // *International Journal of Innovation, Management and Technology*. 8(4):249–260. DOI: 10.18178/ijimt.2017.8.4.737.
8. *Jain R.K., Martyniuk A.O., Harris M.M., Niemann R.E., Woldmann K.* (2003) Evaluating the commercial potential of emerging technologies // *International Journal of Technology Transfer and Commercialisation*. 2(1):32–50. DOI: 10.1504/IJTC.2003.001800.
9. *Oosthuizen R., Buys A.J.* (2003) The Development and Evaluation of an Improved Cloverleaf Model for the Assessment of Technology Readiness for Commercialisation // *SA Journal of Industrial Engineering*. 14(1):111–123. DOI: 10.7166/14-1-302.
10. *Chifos C., Jain R.K.* (1997) A Comprehensive Methodology for Evaluating the Commercial Potential of Technologies: The Strategic Technology Evaluation Method // *International journal of industrial engineering: applications and practice*. 4(4):220–235.
11. Постановление Правительства РФ от 21.05.2013 г. № 426 (2013) О федеральной целевой программе «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы» / Гарант. <http://base.garant.ru/70385450>.
12. *Auerswald P., Branscomb L.M., Demos N., Min B.K.* (2005) Understanding Private-Sector Decision Making for Early-Stage Technology Development / NIST, U.S. Department of Commerce, 63 p.
13. *Dubos G.F., Saleh J.H., Braun R.* (2008) Technology Readiness Level, Schedule Risk and Slippage in Spacecraft Design // *Journal of Spacecraft and Rockets*. 45(4):836–842. DOI: 10.2514/1.34947.
14. *Bitman W.R., Sharif N.* (2008) A Conceptual Framework for Ranking R&D Projects // *IEEE Transactions on Engineering Management*. 55(2):267–278. DOI: 10.1109/TEM.2008.919725.
15. *Baek D.H., Sul W., Hong K.P., Kim H.* (2007) A Technology Valuation Model to Support Technology Transfer Negotiations // *R&D Management*. 37(2):123–138. DOI: 10.1111/j.1467-9310.2007.00462x.
16. *Bandarian R.* (2007) Evaluation of Commercial Potential of a New Technology at the Early Stage of Development with Fuzzy Logic // *Journal of Technology Management and Innovation*. 2(4):73–85.
17. *Belina B., Giesko T., Lopacinska L., Walasik M.* (2013) Setting of criteria in the commercial potential assessment method of innovative technological solutions // *Problemy Eksploatacji*. 2:221–234.
18. Конкурсная документация по проведению конкурсного отбора проектов прикладных научных исследований и экспериментальных разработок коммерческой направленности (2014) / Официальный веб-сайт ФЦП. Мероприятие 1.4, 2 очередь. http://fcpir.ru/participation_in_program/contests/list_of_contests/6_competitionfinish/2014-14-582-0002/.
19. *Зеленцова Н.И., Петров А.Н., Гарина С.М., Тузова С.Ю.* (2017) Об экспертном рассмотрении заявок на получение бюджетного финансирования в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы» // *Инновации*. 2(220):86–92.
20. Постановление Правительства Республики Казахстан от 01.08.2011 г. № 891 (2011) Об утверждении Правил организации и проведения государственной научно-технической экспертизы. https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=31041339.
21. *Назаревич С.А.* (2013) Первичная оценка потенциального новшества в структуре жизненного цикла научно-технических исследований // *Молодой ученый*. 5(52):91–94.
22. Постановление Государственного комитета по науке и технологиям республики Беларусь от 03.01.2008 г. № 1/1 (2008) Об утверждении Методических рекомендаций по оценке эффективности научных, научно-технических и инновационных разработок.
23. Приказ Минпромторга России от 18.05.2016 г. № 1591 (2016) Об утверждении методики проведения научно-технической оценки комплексных проектов / Техэксперт. <https://docs.cntd.ru/document/566162113>.
24. Методика проведения экспертной оценки соответствия технологий производства продукции (товаров, услуг) гражданского назначения мировому уровню (2013) / Российская венчурная компания, Москва.
25. *Ковалев С.П., Яшина Е.Р., Турзин П.С., Лукичев К.Е.* (2020) Особенности экспертной оценки инвестиционных проектов на примере медицинской отрасли // *Экономика науки*. 6(4):287–296. DOI: 10.22394/2410-132X-2020-6-4-287-296.
26. *Boehm B., Reifer D. et al.* (2000) Software Cost Estimation with COCOMO II. Prentice-Hall.
27. *Heslop L.A., McGregor E., Griffith M.* (2001) Development of a Technology Readiness Assessment Measure: The Cloverleaf Model of Technology Transfer // *The Journal of Technology Transfer*. 26:369–384. DOI: doi.org/10.1023/A:1011139021356.
28. *Zemlickiene V., Bubliene R., Jakubavicius A.* (2018) A model for assessing the commercial potential of high technologies // *Oeconomia Copernicana*. 9(1):29–54. DOI: 10.24136/oc.2018.002.

29. Cooper R.G., Edgett S.J. (2006) Stage-Gate and the Critical Success Factors for New Product Development. <https://www.bptrends.com/bpt/wp-content/publicationfiles/07-06-ART-Stage-Gate-ForProductDev-Cooper-Edgett1.pdf>.
30. Valerdi R., Boehm B.W., Reifer D.J. (2003) COSYSMO: A Constructive Systems Engineering Cost Model Coming of Age / 13th Annual INCOSE International Symposium. Washington, DC. 13(1). Pp. 70–82. DOI: 10.1002/j.2334-5837.2003.tb02601.x.
31. Елисеев Е.А., Павлова Е.А. (2013) Анализ методических подходов к оценке инвестиционных научно-технических проектов // Современные проблемы науки и образования. 2.
32. Jain R.K., Chifos C. (1998) Strategic technology evaluation program: an innovative approach to facilitating technology diffusion – Volume I: Overview report, University of Cincinnati, College of Engineering.
33. Afful-Dadzie E., Afful-Dadzie A., Oplatkova Z.K. (2017) Assessing Commercial Viability of Technology Start-up Businesses in a Government Venture Capital under Intuitionistic Fuzzy Environment // Journal of Intelligent & Fuzzy Systems. 19:400–413. DOI: 10.1007/s40815-016-0141-9.
34. Martyniuk A.O., Jain R., Haft M.N. (2002) Market Opportunity Analyses and Technology Transfer // International Journal of Technology Transfer and Commercialisation. 1(4):91–99. DOI: 10.1504/IJTC.2002.001795.
35. Zemlickiene V., Maciulis A., Tvaronaviciene M. (2017) Factors Impacting the Commercial Potential of Technologies: Expert Approach // Technological and Economic Development of Economy. 23(2):410–427. DOI: 10.3846/20294913.2016.1271061.
36. Одинцов Л.Г., Мещеряков Е.М., Румянцева В.С. (2003) Методика оценки результатов научно-технических работ // Технологии гражданской безопасности. 10(1):68–74.
37. Poh K.L., Ang B.W., Bai F. (2001) A Comparative Analysis of R&D Project Evaluation Methods // R&D Management. 31(1):63–75. DOI: 10.1111/1467-9310.00197.
38. Khadtare M., Smith E. (2011) Fractal-COSYSMO Systems Engineering Cost Estimation for Complex Projects // Procedia Computer Science. 6:88–93. DOI: 10.1016/j.procs.2011.08.018.
39. Сартори А.В., Ильина Н.А., Манцевич Н.М. (2019) Концепция оценки потенциала коммерциализации результатов НИОКР в научных организациях и вузах // Высшее образование сегодня. 6:11–25. DOI: 10.25586/RNU.HET.19.06.P.11.
40. Петров А.Н., Сартори А.В., Филимонов А.В. (2016) Комплексная оценка состояния научно-технических проектов через уровень готовности технологий // Экономика науки. 2(4):244–260.
41. Cooper R.G., Edgett S.J., Kleinschmidt E.J. (2002) Optimizing the Stage-Gate Process: What Best Practices Companies Do-I // Research-Technology Management. 45(5):21–27. DOI: doi.org/10.1080/08956308.2002.11671518.
42. Cooper R.G., Edgett S.J., Kleinschmidt E.J. (2002) Optimizing the Stage-Gate Process: What Best-Practice Companies Do-II // Research-Technology Management. 45(6):43–49. DOI: 10.1080/08956308.2002.11671532.
43. Cooper R.G. (1993) Winning at New Products: Accelerating the Process from Idea to Launch. 2nd ed / Addison Wesley Publishing Company.
44. Cooper R.G., Edgett S.J., Kleinschmidt E.J. (1998) Best Practices for Managing R&D Portfolios // Research-Technology Management. 41(4):20–33. DOI: 10.1080/08956308.1998.11671219.
45. Bhuiyan N. (2011) A framework for successful new product development // Journal of Industrial Engineering and Management. 4(4):746–770. DOI: 10.3926/jiem.334.
46. Komarov A.V., Petrov A.N., Sartory A.V. (2018) The Model of Integrated Assessment of Technological Readiness of Innovative Scientific and Technological Projects // The Economics of Science. 4(1):47–57. DOI: 10.22394/2410-132X-2017-4-1-47-57.
47. Mankins J.C. (1995) Technology readiness levels / NASA, Office of Space Access and Technology, Advanced Concepts Office.
48. Sauser B., Ramirez-Marquez J., Verma D., Gove R. (2006) From TRL to SRL: The Concept of Systems Readiness Levels, Stevens Institute of Technology, Paper #126.
49. Bakke K., Haskins C. (2018) Use of TRL in the systems engineering toolbox // INCOSE International Symposium. 28(1):587–601. DOI: 10.1002/j.2334-5837.2018.00502.x.
50. Garg T., Eppinger S., Joglekar N., Olechowski A. (2017) Using TRLs and System Architecture to Estimate Technology Integration Risk / Proceedings of the 21st International Conference on Engineering Design (ICED17). The University of British Columbia, Vancouver. 3. Pp. 301–310.
51. Petrov A.N., Komarov A.V. (2020) Estimation of technology readiness level of tender proposal in terms of methodology TPRL // The Economics of Science. 6(1-2):88–99. DOI: 10.22394/2410-132X-2020-6-1-2-88-99.
52. Manufacturing Readiness Level (MRL) Deskbook (2011) / U.S. Department of Defence.
53. Fernandez J.A. (2010) Contextual role of TRLs and MRLs in technology management Sandia National Laboratories. DOI: 10.2172/1002093.
54. Technology Readiness Assessment Guide: Best Practices for Evaluating the Readiness of Technology for Use in Acquisition Programs and Projects (2020) / U.S. Government Accountability Office.
55. Комаров А.В., Комаров К.А., Шуртаков К.В. (2021) Использование методологии комплексной оценки научно-технологических проектов для оценки рисков их невыполнения // Экономика науки. Т. 7. № 1. С. 19-38.

Информация об авторах

Комаров Алексей Валерьевич – кандидат технических наук, старший научный сотрудник отдела аналитических исследований, ФГБНУ «Дирекция научно-технических программ»; Web of Science ResearcherID: ABI-1166-2020, ORCID: 0000-0003-4703-4702 (Российская Федерация, 123557, г. Москва, Пресненский Вал, д. 19, строение 1; e-mail: abkom@mail.ru)

Пихтарь Александр Николаевич – генеральный директор, ООО «ТОТ Системс»; Web of Science ResearcherID: AAN-2745-2021, ORCID: 0000-0002-0927-2059 (Российская Федерация, 115114, г. Москва, 1-й Дербеневский пер., д. 5, строение 6; e-mail: apikhtar@totsystems.ru)

Гринеvский Игорь Всеволодович – руководитель группы аналитики, ООО «ТОТ Системс»; Web of Science ResearcherID: AAN-2751-2021, ORCID: 0000-0001-7097-6648 (Российская Федерация, 115114, г. Москва, 1-й Дербеневский пер., д. 5, строение 6; e-mail: igrinevskij@totsystems.ru)

Комаров Кирилл Алексеевич – ведущий специалист отдела аналитических исследований, ФГБНУ «Дирекция научно-технических программ»; Web of Science ResearcherID: AAN-2512-2021, ORCID: 0000-0001-9334-7350 (Российская Федерация, 123557, г. Москва, Пресненский Вал, д. 19, строение 1; e-mail: kirill.080789@gmail.com)

Голицын Лев Викторович – руководитель проектов, ООО «ТОТ Системс»; Web of Science ResearcherID: AAO-7260-2021, ORCID: 0000-0002-6752-1172 (Российская Федерация, 115114, г. Москва, 1-й Дербеневский пер., д. 5, строение 6; e-mail: lvgolitsyn@totsystems.ru)

A.V. KOMAROV,

Directorate of State Scientific and Technical Programmes (Moscow, Russian Federation; e-mail: abkom@mail.ru)

A.N. PIKHTAR,

TOT Systems LLC (Moscow, Russian Federation; e-mail: apikhtar@totsystems.ru)

I.V. GRINEVSKY,

TOT Systems LLC (Moscow, Russian Federation; e-mail: igrinevskij@totsystems.ru)

K.A. KOMAROV,

Directorate of State Scientific and Technical Programmes (Moscow, Russian Federation; e-mail: kirill.080789@gmail.com)

L.V. GOLITSYN,

TOT Systems LLC (Moscow, Russian Federation; e-mail: lvgolitsyn@totsystems.ru)

A CONCEPTUAL MODEL FOR ASSESSING THE TECHNOLOGICAL READINESS OF A R&D PROJECT AND ITS POTENTIAL AT THE EARLY STAGES OF DEVELOPMENT

UDC: 338.28

<https://doi.org/10.22394/2410-132X-2021-7-2-111-134>

Abstract: The article proposes a conceptual model for assessing the technological readiness and the potential of a R&D project at the early stages of its development (TPRA – Technology Project Readiness Assessment). The proposed model will allow to assess the technological readiness of the scientific and technological projects, the commercial potential of their results, the possibility of participation of the results of projects in the transfer of technologies, the possibility of using the results obtained as a scientific and technical groundwork, as well as the risks of non-fulfillment of projects within the framework of a single tool. The results that can be obtained in the assessment process can be used to improve the efficiency of planning and implementation of R&D in the institutions for innovative development, as well as in corporations and organizations that invest in R&D processes.

Keywords: *scientific and technological project, R&D, technology readiness level, TRL, technology project potential assessment, TPRA, risk, commercial potential, technology transfer, demand for results*

For citation: Komarov A.V., Pikhhtar A.N., Grinevsky I.V., Komarov K.A., Golitsyn L.V. A Conceptual Model for Assessing the Technological Readiness of a R&D Project and its Potential at the Early Stages of Development. *The Economics of Science*. 2021; 7(2):111–134. In Russ. <https://doi.org/10.22394/2410-132X-2021-7-2-111-134>

REFERENCES

1. *Henriksen A.D., Traynor A.J.* (1999) A practical R&D project-selection scoring tool // *IEEE Transactions on Engineering Management*. 46(2):158–170. DOI: 10.1109/17.759144.
2. *Logar C.M., Ponzurick T.G., Spears J.R., Russo France K.* (2001) Commercializing intellectual property: a university-industry alliance for new product development // *Journal of Product & Brand Management*. 10(4):206–217. DOI: 10.1108/EUM000000005672.
3. *Estep J., Daim T.U.* (2016) A Framework for Technology Transfer Potential Assessment // 2016 Portland International Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET). Honolulu, HI, USA. Pp. 2846–2852. DOI: 10.1109/PICMET.2016.7806626.
4. *Kathleen R.* (2003) *Allen. Bringing New Technology to Market*. New Jersey: Prentice Hall.
5. *Lipkova L., Braga D.* (2016) Measuring Commercialization Success of Innovations in the EU // *Маркетинг і менеджмент інновацій*. 4:15–30.
6. *Smirnov S.S., Gorbunov V.V.* (2013) Methodological approach to assessing the sufficiency of scientific and technical groundwork for the development of advanced weapons // *Armament and Economics*. 2(23):44–51. (In Russ.)
7. *Lavoie J.R., Kim J., Daim T.U.* (2017) A Technology Transfer Framework: A Case Study from the Energy Sector // *International Journal of Innovation, Management and Technology*. 8(4):249–260. DOI: 10.18178/ijimt.2017.8.4.737.
8. *Jain R.K., Martyniuk A.O., Harris M.M., Niemann R.E., Woldmann K.* (2003) Evaluating the commercial potential of emerging technologies // *International Journal of Technology Transfer and Commercialisation*. 2(1):32–50. DOI: 10.1504/IJTC.2003.001800.
9. *Oosthuizen R., Buys A.J.* (2003) The Development and Evaluation of an Improved Cloverleaf Model for the Assessment of Technology Readiness for Commercialisation // *SA Journal of Industrial Engineering*. 14(1):111–123. DOI: 10.7166/14-1-302.
10. *Chifos C., Jain R.K.* (1997) A Comprehensive Methodology for Evaluating the Commercial Potential of Technologies: The Strategic Technology Evaluation Method // *International journal of industrial engineering: applications and practice*. 4(4):220–235.
11. Decree of the Government of the Russian Federation dated 21.05.2013 № 426 (2013) On the federal target program “Research and development in priority areas of development of the scientific and technological complex of Russia for 2014–2020” / *Garant*. <http://base.garant.ru/70385450>. (In Russ.)
12. *Auerswald P., Branscomb L.M., Demos N., Min B.K.* (2005) Understanding Private-Sector Decision Making for Early-Stage Technology Development / NIST, U.S. Department of Commerce, 63 p.
13. *Dubos G.F., Saleh J.H., Braun R.* (2008) Technology Readiness Level, Schedule Risk and Slippage in Spacecraft Design // *Journal of Spacecraft and Rockets*. 45(4):836–842. DOI: 10.2514/1.34947.
14. *Bitman W.R., Sharif N.* (2008) A Conceptual Framework for Ranking R&D Projects // *IEEE Transactions on Engineering Management*. 55(2):267–278. DOI: 10.1109/TEM.2008.919725.
15. *Baek D.H., Sul W., Hong K.P., Kim H.* (2007) A Technology Valuation Model to Support Technology Transfer Negotiations // *R&D Management*. 37(2):123–138. DOI: 10.1111/j.1467–9310.2007.00462x.
16. *Bandarian R.* (2007) Evaluation of Commercial Potential of a New Technology at the Early Stage of Development with Fuzzy Logic // *Journal of Technology Management and Innovation*. 2(4):73–85.
17. *Belina B., Giesko T., Lopacinska L., Walasik M.* (2013) Setting of criteria in the commercial potential assessment method of innovative technological solutions // *Problemy Eksploatacji*. 2:221–234.
18. Competitive documentation for the competitive selection of projects of applied scientific research and experimental development of a commercial focus (2014) / FTP official website. Activity 1.4, stage 2. http://fcpir.ru/participation_in_program/contests/list_of_contests/6_competitionfinished/2014-14-582-0002/. (In Russ.)
19. *Zelentsova N.I., Petrov A.N., Garina S.M., Tuzova S.Yu.* (2017) On expert consideration of applications for budget financing under the federal target program “Research and development in priority areas of development of the scientific and technological complex of Russia for 2014–2020” // *Innovations*. 2(220):86–92. (In Russ.)
20. Decree of the Government of the Republic of Kazakhstan dated 01.08.2011 № 891 (2011) On approval of the Rules for organizing and conducting state scientific and technical expertise. https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=31041339. (In Russ.)
21. *Nazarevich S.A.* (2013) Primary assessment of potential innovation in the structure of the life cycle of scientific and technical research // *Young scientist*. 5(52):91–94. (In Russ.)
22. Resolution of the State Committee for Science and Technology of the Republic of Belarus dated 03.01.2008 № 1/1 (2008) On the approval of Methodological Recommendations for assessing the effectiveness of scientific, scientific, technical and innovative developments. (In Russ.)
23. Order of the Ministry of Industry and Trade of Russia dated 18.05.2016 № 1591 (2016) On approval of the methodology for conducting scientific and technical assessment of complex

- projects / Techexpert. <https://docs.cntd.ru/document/566162113>. (In Russ.)
24. Methodology for expert assessment of the conformity of production technologies for civilian products (goods, services) to the world level (2013) / Russian Venture Company, Moscow. (In Russ.)
 25. Kovalev S.P., Yashina E.R., Turzin P.S., Lukichev K.E. (2020) Features of expert assessment of investment projects on the example of the medical industry // *The Economics of Science*. 6(4):287–296. DOI: 10.22394/2410–132X-2020-6-4-287-296. (In Russ.)
 26. Boehm B., Reifer D. et al. (2000) *Software Cost Estimation with COCOMO II*. Prentice-Hall.
 27. Heslop L.A., McGregor E., Griffith M. (2001) Development of a Technology Readiness Assessment Measure: The Cloverleaf Model of Technology Transfer // *The Journal of Technology Transfer*. 26:369–384. DOI: doi.org/10.1023/A:1011139021356.
 28. Zemlickiene V., Bublione R., Jakubavicius A. (2018) A model for assessing the commercial potential of high technologies // *Oeconomia Copernicana*. 9(1):29–54. DOI: 10.24136/oc.2018.002.
 29. Cooper R.G., Edgett S.J. (2006) Stage-Gate and the Critical Success Factors for New Product Development. <https://www.bptrends.com/bpt/wp-content/publicationfiles/07–06-ART-Stage-Gate-ForProductDev-Cooper-Edgett1.pdf>.
 30. Valerdi R., Boehm B.W., Reifer D.J. (2003) COSYS-MO: A Constructive Systems Engineering Cost Model Coming of Age / 13th Annual INCOSE International Symposium. Washington, DC. 13(1). Pp. 70–82. DOI: 10.1002/j.2334–5837.2003.tb02601.x.
 31. Eliseev E.A., Pavlova E.A. (2013) Analysis of methodological approaches to the assessment of investment scientific and technical projects // *Modern problems of science and education*. 2. (In Russ.)
 32. Jain R.K., Chifos C. (1998) Strategic technology evaluation program: an innovative approach to facilitating technology diffusion – Volume I: Overview report, University of Cincinnati, College of Engineering.
 33. Afful-Dadzie E., Afful-Dadzie A., Oplatkova Z.K. (2017) Assessing Commercial Viability of Technology Start-up Businesses in a Government Venture Capital under Intuitionistic Fuzzy Environment // *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*. 19:400–413. DOI: 10.1007/s40815-016-0141-9.
 34. Martyniuk A.O., Jain R., Haft M.N. (2002) Market Opportunity Analyses and Technology Transfer // *International Journal of Technology Transfer and Commercialisation*. 1(4):91–99. DOI: 10.1504/IJTT.2002.001795.
 35. Zemlickiene V., Maciulis A., Tvaronaviciene M. (2017) Factors Impacting the Commercial Potential of Technologies: Expert Approach // *Technological and Economic Development of Economy*. 23(2):410–427. DOI: 10.3846/20294913.2016.1271061.
 36. Odintsov L.G., Meshcheryakov E.M., Rumyantseva V.S. (2003) Methodology for assessing the results of scientific and technical work // *Civil security technologies*. 10(1):68–74. (In Russ.)
 37. Poh K.L., Ang B.W., Bai F. (2001) A Comparative Analysis of R&D Project Evaluation Methods // *R&D Management*. 31(1):63–75. DOI: 10.1111/1467–9310.00197.
 38. Khadtare M., Smith E. (2011) Fractal-COSYSMO Systems Engineering Cost Estimation for Complex Projects // *Procedia Computer Science*. 6:88–93. DOI: 10.1016/j.procs.2011.08.018.
 39. Sartori A.V., Ilyina N.A., Mantsevich N.M. (2019) The concept of assessing the potential for the commercialization of R&D results in scientific organizations and universities // *Higher education today*. 6:11–25. DOI: 10.25586/RNU.HET.19.06.P.11. (In Russ.)
 40. Petrov A.N., Sartori A.V., Filimonov A.V. (2016) Comprehensive assessment of the state of scientific and technical projects through the level of technology readiness // *The Economics of Science*. 2(4):244–260. (In Russ.)
 41. Cooper R.G., Edgett S.J., Kleinschmidt E.J. (2002) Optimizing the Stage-Gate Process: What Best Practices Companies Do-I // *Research-Technology Management*. 45(5):21–27. DOI: doi.org/10.1080/08956308.2002.11671518.
 42. Cooper R.G., Edgett S.J., Kleinschmidt E.J. (2002) Optimizing the Stage-Gate Process: What Best-Practice Companies Do-II // *Research-Technology Management*. 45(6):43–49. DOI: 10.1080/08956308.2002.11671532.
 43. Cooper R.G. (1993) *Winning at New Products: Accelerating the Process from Idea to Launch*. 2nd ed / Addison Wesley Publishing Company.
 44. Cooper R.G., Edgett S.J., Kleinschmidt E.J. (1998) Best Practices for Managing R&D Portfolios // *Research-Technology Management*. 41(4):20–33. DOI: 10.1080/08956308.1998.11671219.
 45. Bhuiyan N. (2011) A framework for successful new product development // *Journal of Industrial Engineering and Management*. 4(4):746–770. DOI: 10.3926/jiem.334.
 46. Komarov A.V., Petrov A.N., Sartory A.V. (2018) The Model of Integrated Assessment of Technological Readiness of Innovative Scientific and Technological Projects // *The Economics of Science*. 4(1):47–57. DOI: 10.22394/2410–132X-2017-4-1-47-57.
 47. Mankins J.C. (1995) Technology readiness levels / NASA, Office of Space Access and Technology, Advanced Concepts Office.
 48. Sauser B., Ramirez-Marquez J., Verma D., Gove R. (2006) From TRL to SRL: The Concept of Systems Readiness Levels, Stevens Institute of Technology, Paper #126.
 49. Bakke K., Haskins C. (2018) Use of TRL in the systems engineering toolbox // *INCOSE International Symposium*. 28(1):587–601. DOI: 10.1002/j.2334–5837.2018.00502.x.

50. Garg T., Eppinger S., Joglekar N., Olechowski A. (2017) Using TRLs and System Architecture to Estimate Technology Integration Risk / Proceedings of the 21st International Conference on Engineering Design (ICED17). The University of British Columbia, Vancouver. 3. Pp. 301–310.
51. Petrov A.N., Komarov A.V. (2020) Estimation of technology readiness level of tender proposal in terms of methodology TPRL // The Economics of Science. 6(1–2):88–99. DOI: 10.22394/2410–132X-2020-6-1-2-88-99. (In Russ.)
52. Manufacturing Readiness Level (MRL) Deskbook (2011) / U.S. Department of Defence.
53. Fernandez J.A. (2010) Contextual role of TRLs and MRLs in technology management Sandia National Laboratories. DOI: 10.2172/1002093.
54. Technology Readiness Assessment Guide: Best Practices for Evaluating the Readiness of Technology for Use in Acquisition Programs and Projects (2020) / U.S. Government Accountability Office.
55. Komarov A.V., Komarov K.A., Shurtakov K.V. (2021) Risk Assessment of Scientific and Technological Projects with the Methodology of Integrated Assessment of Scientific and Technological Projects // The Economics of Science. 7(1):19–38. (In Russ.)

Authors

Komarov Aleksey Valer'evich – Senior Researcher, Analytical Research Department, Directorate of State Scientific and Technical Programmes; Web of Science ResearcherID: ABI-1166-2020, ORCID: 0000-0003-4703-4702 (Russian Federation, 123557, Moscow, Presnensky Val 19, bld. 1; e-mail: abkom@mail.ru)

Pikhtar Aleksandr Nikolaevich – CEO, TOT Systems LLC, Web of Science ResearcherID: AAN-2745-2021, ORCID: 0000-0002-0927-2059 (Russian Federation, 115114, Moscow, 1st Derbenevskiy lane 5, buld. 6; e-mail: apikhtar@totsystems.ru)

Grinevsky Igor Vsevolodovich – Head of analytics, TOT Systems LLC, Web of Science ResearcherID: AAN-2745-2021, ORCID: 0000-0002-0927-2059 (Russian Federation, 115114, Moscow, 1st Derbenevskiy lane 5, buld. 6; e-mail: igrinevskij@totsystems.ru)

Komarov Kirill Alekseevich – Leading Specialist of the Analytical Research Department, Directorate of State Scientific and Technical Programmes; Web of Science ResearcherID: AAH-2512-2021, ORCID: 0000-0001-9334-7350 (Russian Federation, 123557, Moscow, Presnensky Val 19, bld. 1; e-mail: kirill.080789@gmail.com)

Golitsyn Lev Viktorovich – Project Manager, TOT Systems LLC, Web of Science ResearcherID: AAO-7260-2021, ORCID: 0000-0002-6752-1172 (Russian Federation, 115114, Moscow, 1st Derbenevskiy lane 5, buld. 6; e-mail: lvgolitsyn@totsystems.ru)



ВОИС: ФАКТЫ И ЦИФРЫ В ОБЛАСТИ ИС

Вышел в свет ежегодный доклад Всемирной организации интеллектуальной собственности «ВОИС: ИС в фактах и цифрах 2020 год», представляющий собой обзор деятельности в области интеллектуальной собственности, подготовленный на основе всех статистических данных за предшествующий год. В центре внимания публикации находятся данные о подаче заявок, которые служат наиболее распространенным критерием оценки деятельности в области ИС.

Публикация «ИС в фактах и цифрах» является кратким справочным руководством, в котором рассматриваются четыре вида прав промышленной собственности:

- патенты,
- полезные модели,
- товарные знаки,
- промышленные образцы.

Основное внимание уделено данным о поданных заявках, которые чаще всего используются для количественной оценки деятельности в области ИС. Согласно данным доклада, Россия входит в топ-10 стран по числу поданных патентных заявок (35,5 тыс. в 2019 г.), топ-3 стран по числу заявок на регистрацию полезных моделей (10,1 тыс. в 2019 г.).

Полная версия доклада на русском языке доступна на официальном сайте ВОИС по адресу www.wipo.int/edocs/pubdocs/ru/wipo_pub_943_2020.pdf.

Статистика ВОИС в области ИС доступна по адресу www.wipo.int/ipstats/ru, мировые показатели деятельности в области интеллектуальной собственности – по адресу www.wipo.int/ipstats/ru/wipi.