

А.Н. ПЕТРОВ,

к.х.н., генеральный директор ФГБНУ «Дирекция научно-технических программ»,
г. Москва, Россия, petrov@fcntp.ru

А.В. КОМАРОВ,

старший научный сотрудник ФГБНУ «Дирекция научно-технических программ»,
г. Москва, Россия, abkom@fcntp.ru

ОЦЕНКА УРОВНЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ГОТОВНОСТИ КОНКУРСНЫХ ЗАЯВОК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОЛОГИИ TPRL¹

УДК 338.28

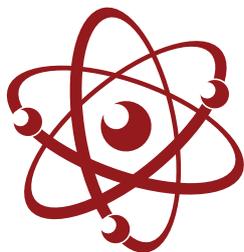
Петров А.Н., Комаров А.В. Оценка уровня технологической готовности конкурсных заявок с использованием методологии TPRL (ФГБНУ «Дирекция научно-технических программ», ул. Пресненский вал, д. 19, стр. 1, г. Москва, Россия, 123557)

Аннотация. В статье описана модель оценки уровня технологической готовности проектов, представленных на конкурс для получения финансирования, построенная с использованием методологии TPRL. Модель может использоваться наряду с другими инструментами оценки конкурсных заявок для повышения точности и объективности экспертной оценки конкурсных проектов. На основе результатов, получаемых при использовании предложенной модели, могут составляться ранжированные списки участвующих в конкурсе проектов для последующего отбора проектов-победителей конкурса. Разработанная модель оценки уровня развития технологии апробирована для проектов федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы».

Ключевые слова: научно-технологический проект, конкурс, ПНИЭР, модель, уровень готовности технологии, TPRL, TRL, УГТ, оценка.

DOI 10.22394/2410-132X-2020-6-1-2-88-99

Цитирование публикации: Петров А.Н., Комаров А.В. (2020) Оценка уровня технологической готовности конкурсных заявок с использованием методологии TPRL // Экономика науки. Т. 6. № 1–2. С. 88–99.



ВВЕДЕНИЕ

Появление в конце прошлого столетия 9-ти уровневой шкалы TRL (Technology Readiness Level) [1], которую стали использовать для понимания того, насколько технология, разрабатываемая в научно-технологическом проекте продвинулась от научной идеи до практического применения полученных результатов, позволило по-новому классифицировать этапы разработки, что оказалось полезно для определения масштаба проекта, хода и сроков выполнения, требований к ресурсам при его выполнении. По сути, шкала TRL (в отечественном аналоге – уровень готовности технологии, УГТ) является важнейшим инструментом управления проектами, который помогает институтам инновационного развития, промышленным партнерам и коллективам разработчиков отслеживать и координировать осуществляемые при выполнении научно-технологических проектов действия.

Уровни готовности технологии – это важная концепция, которую следует понять и использовать в своей практической деятельности

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации за счёт средств субсидии на выполнение государственного задания (проект № 075-01395-20-00).

коллективам исследователей по многим причинам, одной из главных среди которых является та, что знание уровня TRL разрабатываемого исследователями проекта поможет правильно подготовить заявку на финансирование своих разработок, и самое главное – правильно определить источник такого финансирования, выбрав соответствующий институт инновационного развития.

Действительно, в современной практике многие фонды и программы поддержки научно-технологически разработок, реализуемые институтами инновационного развития, как у нас в стране, так и за рубежом, используют значения шкалы TRL в качестве индикатора (например, программа Horizon 2020 [2]), чтобы лучше позиционировать и рейтинговать предлагаемые к поддержке проекты, т.е. если в заявке на финансирование заявителем указывается высокое значение TRL, то от такого проекта ожидается решение, готовое к практическому внедрению, и, наоборот, если в заявке указывается низкое значение TRL, то означает, что проект направлен на проведение исследований, возможно даже фундаментальных.

Другое использование шкалы TRL при подаче заявок на конкурсы, направленные на поддержку проектов – определение точки «входа», т.е. уровня зрелости технологии/продукта в начале выполнения проекта. Такое применение обусловлено тем, что деятельность ряда фондов и институтов инновационного развития, по своему предназначению и целям направлена на оказание поддержки проектам, уровень технологического развития которых не ниже определенного значения. Например, в конкурсе, проводимом Российским фондом развития информационных технологий в ноябре 2019 г., на предоставление грантов на государственную поддержку проектов по внедрению отечественных продуктов, сервисов и платформенных решений, созданных на базе «сквозных» цифровых технологий, могли участвовать проекты, текущий уровень развития технологии предлагаемых решений которых был не ниже УГТ7 [3].

Еще один способ использования шкалы TRL/УГТ в фондах поддержки и институтах инновационного развития заключается в том, что

размер оказываемой ими финансовой поддержки и схема финансирования находятся в явной зависимости как от текущего значения уровня технологической готовности предложенного решения, так и от уровня готовности получаемых в проекте результатов. Так, например, в 2017 г. Министерство образования и науки РФ для федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы» (ФЦПИР) рекомендовало шкалу, определяющую долю (в процентах) бюджетного финансирования проектов по отношению к требуемому финансовому обеспечению предлагаемого к участию в конкурсах проектов, в зависимости от уровня готовности их технологии [4]. В частности, проекты, обладающие УГТ2 могли рассчитывать на бюджетное финансирование в размере не более 90% от общего объема финансирования, а проекты с УГТ6 уже в размере не более чем 60%.

Естественно, что при подаче конкурсной заявки следует определить и уровень технологической готовности получаемых результатов. Даже если к конкурсной документации не указываются значения точек «входа», то, оценив уровень TRL получаемых результатов, можно более качественно спланировать этапы разработки и ресурсы, а также контрольные точки для определения динамики разработки проекта.

Как известно, метод TRL не охватывает достаточно много аспектов, которые следовало бы учитывать при оценке научно-технологического проекта в целом, в рамках которого разрабатывается инновационная технология (см., например, [5], [6]). Поэтому в ФЦПИР на основе метода TRL была разработана методология TPRL (Technology Project Readiness Level) [8] для оценки проектов, учитывающая такие ценности проекта, как:

- Технологическая готовность (TRL);
- Производственная готовность (MRL);
- Инженерная готовность (ERL);
- Организационная готовность (ORL);
- Преимущества и риски (BRL);
- Рыночная готовность и коммерциализация (CRL).

Преимуществом данной методологии является то обстоятельство, что при оценке уровня готовности проектов используются не только критерии, характеризующие тот или иной уровень готовности (как это принято в методе TRL), а и документы, на основании которых подтверждается выполнение данных критериев, причем эта оценка делается независимыми экспертами.

Методология TRPL является достаточно универсальной. Это подразумевает, что ее структура не связана с определенной технической дисциплиной и конкретным разделом науки, и она может быть использована для оценки технологической готовности проектов специалистами различных институтов инновационного развития и фондов поддержки, т.к. методология TPRL использует унифицированные подходы и требования к формированию системы критериев для экспертной оценки проектов на основе максимально полного и точного учета требований современных технологий и стандартов разработки с учетом жизненного цикла инновационного проекта.

С точки зрения особенностей анализа и обобщения информации при определении достижимости определенного уровня технологической готовности проекта в методологии TPRL, модель комплексной оценки технологической готовности инновационных научно-технологических проектов представляется в виде

иерархической структуры. Схема формирования базисных уровней иерархической модели технологического уровня проекта представлена на *рисунке 1*.

Высший уровень иерархии содержит дискретный уровень технологической готовности проекта (TPRL), значение которого изменяется от 1 до 9. Если в отношении проекта не подтвержден ни один из показателей, характеризующий уровень TPRL равный 1, то значение уровня TPRL принимается равным 0. Это позволяет помимо уровня технологической готовности проекта определять дробный индекс технологической готовности проекта, целая часть которого равна достигнутому уровню технологической готовности (или 0), а дробная часть характеризует динамику выполнения проекта на малых временных интервалах.

На следующем уровне иерархии определяются показатели TPRL $\{A\}$ и маркеры, позволяющие проверить правильность полученных значений показателей TPRL. Показатели TPRL определяют этапы развития проекта в пределах одного уровня технологической готовности. Маркеры определяют взаимосвязь показателей, построенную на основе анализа требований нормативных документов к выполнению проекта по разработке инновационной продукции.

Каждый показатель TPRL имеет характеристики $\{H\}$, определяющие требования к перечню



Рисунок 1. Схема формирования базисных уровней иерархической модели технологического уровня проекта

задач, которые должны быть решены разработчиками для того, чтобы подтвердить выполнение этого показателя.

Решение каждой из задач для определения характеристики показателя TPRL, должно иметь фиксируемый результат {R}.

В свою очередь, каждый из результатов должен быть подтвержден в виде некоторого набора подтверждающих свидетельств {F}.

Каждое из подтверждающих свидетельств должно быть документально зафиксировано, т.е. описание данного свидетельства должно быть представлено разработчиком в каком-либо документе, входящем в состав представляемой по проекту документации {D}, причем к этим документам могут быть предъявлены, в свою очередь, определенные требования, например, отчет о научно-исследовательской работе должен удовлетворять требованиям ГОСТ 7.32–2001.

Подобный подход отражает общую последовательность оценки состояния проекта

в конкретный момент времени, представленную на *рисунке 2*.

В *таблице 1* показан пример построения модели технологической готовности проекта для одного из показателей уровня TPRL4.

Анализируя данные, представленные в *таблице 1*, можно сделать вывод, что методология TPRL, которая с успехом используется при мониторинге выполняемых проектов ФЦПИР, не может быть применена для оценки уровня технологии для проектов, представленных на конкурс, в явном виде, т.е. в ее полном формате, т.к. объем требуемой информации для подтверждения уровня технологического развития проекта, представленного на конкурс, может быть слишком значителен, а объем конкурсной заявки зачастую ограничен.

Покажем далее, каким образом используя основные элементы методологии TPRL может быть разработана модель оценки уровня научно-технологического проекта, представленного на конкурс.

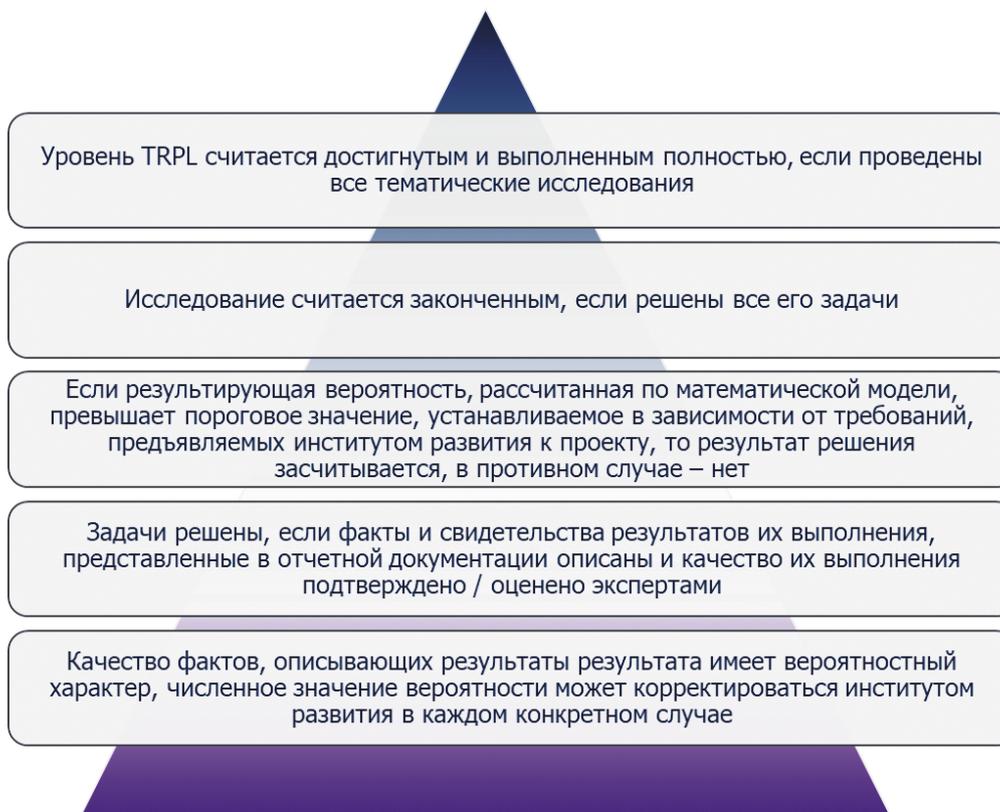


Рисунок 2. Последовательность оценки состояния проекта

Таблица 1

Пример построения модели комплексной оценки технологической готовности инновационных научно-технологических проектов (TPRL = 4)²

<i>Показатель А₃. Составлена программа и методика испытания модели, сформулированы ожидаемые результаты</i>				
<i>Характеристика показателя Н₃₁. Определены требования к лабораторному/стендовому тестированию, вытекающие из системных требований, а также требования к фиксации результатов, их обработке и анализу</i>				
<i>Тип результата</i>	<i>Фиксируемые результаты</i>	<i>Свидетельство</i>	<i>Требования</i>	<i>Документ</i>
ERL	R ₃₁₁ . Требования к проведению испытаний модели	F ₃₁₁₁ . Определены характеристики конечной технологии/продукта, подлежащие проверке F ₃₁₁₂ . Определены требования к результатам F ₃₁₁₃ . Определена тестовая окружающая среда F ₃₁₁₄ . Определены основные процедуры проведения испытаний, в т.ч. проведения испытаний, фиксации результатов испытаний, обработке результатов и их анализу	1. Испытания должны быть комплексными с точки зрения совместной работы различных элементов технологии (п. 11.8, п. 11.9 ГОСТ 2.106-96) 2. Должна быть описана тестовая окружающая среда, в которой будет испытываться модель (п. 11.8 ГОСТ 2.106-96) 3. Должен быть определен вид испытаний (ГОСТ 16504-81) 4. В ТЗ должен быть представлен перечень проверяемых характеристик с указанием их диапазонов (в разделе ТЗ «Технические требования») – п. 6.1.4 ГОСТ 15.016-2016) 5. Должны быть определены требования к процедурам испытаний, результатам испытаний и их анализу (п. 11.6 ГОСТ 2.106-96)	1. ТЗ на модель 2. ПМИ
<i>Характеристика показателя Н₃₂. Подготовлено основное лабораторное исследовательское оборудование для проверки физических принципов</i>				
<i>Тип результата</i>	<i>Фиксируемые результаты</i>	<i>Свидетельство</i>	<i>Требования</i>	<i>Документ</i>
ERL	R ₃₂₁ . Перечень необходимого оборудования	F ₃₂₁₁ . Перечень оборудования для воспроизведения условий испытаний F ₃₂₁₂ . Перечень измерительного оборудования	1. Утвержденный перечень оборудования (п. 11.6 ГОСТ 2.106-96) 2. Перечень оборудования должен в полной мере покрывать потребности в необходимых технических/лабораторных устройствах для воспроизведения испытаний и проведения необходимых измерений (на основе п. 11.6 ГОСТ 2.106-96) 3. Необходимо указывать, какие характеристики и диапазоны их изменения могут быть испытаны с использованием конкретных образцов лабораторного и измерительного оборудования (на основе п. 11.8 ГОСТ 2.106-96)	1. Раздел в отчете (ГОСТ 15.101-98) или документ по требованиям п. 11.11 ГОСТ 2.106-96
<i>Характеристика показателя Н₃₃. Изготовлен лабораторный испытательный стенд/платформа</i>				
<i>Тип результата</i>	<i>Фиксируемые результаты</i>	<i>Свидетельство</i>	<i>Требования</i>	<i>Документ</i>
TRL	R ₃₃₁ . Изготовленный стенд	F ₃₃₁₁ . Изготовленный стенд	1. В качестве доказательства могут быть представлены фотографии стенда (на основе п. 11.11 ГОСТ 2.106-96)	1. Акт о приемке стенда.

² В таблице использованы обозначения, соответствующие аналогичным в работе [6].

Продолжение таблицы 1

<i>Характеристика показателя H_{34}. Подготовлен квалифицированный персонал для тестирования и анализа результатов</i>				
<i>Тип результата</i>	<i>Фиксируемые результаты</i>	<i>Свидетельство</i>	<i>Требования</i>	<i>Документ</i>
ORL	R ₃₄₁ . Перечень лиц, участвующих в испытаниях	F ₃₄₁₁ . Приказ о проведении испытаний F ₃₄₁₂ . Состав участников испытаний в полной мере отвечает целям и задачам испытаний	1. Необходимо установить наличие Приказа о проведении испытаний (локальный акт Исполнителя) 2. Должны быть определены функциональные требования к каждому участнику испытаний (локальный акт Исполнителя) 3. В приказе о проведении испытаний необходимо указать сведения о допусках к работе на испытательном оборудовании или соответствующий пункт должностных инструкций (локальный акт Исполнителя, Требования ОТ) 4. В перечень лиц, участвующих в испытаниях, могут быть включены представители Заказчика/Инвестора/Партнера	1. Приказ о проведении испытаний. 2. Функциональные обязанности (Должностные инструкции). 3. Допуски к работе на оборудовании
ORL	R ₃₄₂ . Требования к участникам испытаний	F ₃₄₂₁ . В тексте Программы и методики испытаний (ПМИ) определены квалификационные требования к участникам испытаний F ₃₄₂₂ . Участники испытаний имеют подтверждающие сертификационные допуски, подтверждающие выполнение квалификационных требований	1. Квалификационные требования обладают полнотой и определяют необходимый набор компетенций участников испытаний (локальный акт Исполнителя) 2. Должны быть представлены документы, подтверждающие соответствие участников испытаний установленным требованиям (форма устанавливается Исполнителем)	1. ПМИ 2. Сертификаты о квалификации 3. Лист соответствия участников испытаний требованиям, заверенный руководителем проекта
<i>Характеристика показателя H_{35}. Подготовить Программу и методику испытаний, в т.ч. с учетом испытания основных связей между элементами модели и сочетании важнейших внешних условий (например, «температура – давление»)</i>				
<i>Тип результата</i>	<i>Фиксируемые результаты</i>	<i>Свидетельство</i>	<i>Требования</i>	<i>Документ</i>
ERL	R ₃₅₁ . Программа и методика испытаний	F ₃₅₁₁ . Программа испытаний F ₃₅₁₂ . Методика испытаний	1. ПМИ должны соответствовать требованиям ГОСТ 2.106-96 2. ПМИ могут быть разработаны как отдельные документы (п. 11.12 ГОСТ 2.106-96) 3. Необходимо удостовериться, что разработана методология интерпретации результатов измерений (на основе п. 11.8 ГОСТ 2.106-96) 4. В ПМИ обязательно должны быть испытания для подтверждения диапазонов изменения ключевых характеристик разрабатываемой технологии/продукта/услуги (п. 11.8 ГОСТ 2.106-96) 5. Необходимо удостовериться, что исследуются связи между элементами технологии/модели (п. 11.9 ГОСТ 2.106-96) 6. Необходимо удостовериться, что исследуется влияние внешних условий на поведение элементов модели (п. 11.9 ГОСТ 2.106-96) 7. Методика испытаний должна предусматривать исследование модели в различных режимах её функционирования, определяемых обликом конечной системы (п. 11.9 ГОСТ 2.106-96) 8. ПМИ могут быть согласованы Заказчиком/Партнером/Инвестором (требование института инновационного развития)	1. Утвержденный документ ПМИ

МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ УРОВНЯ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТА, ПРЕДСТАВЛЕННОГО НА КОНКУРС

Основываясь на практике применения методологии TPRL [7], можно сформулировать общие требования, которым должна удовлетворять модель оценки конкурсных заявок. Модель:

1. должна основываться на 9-ти уровневой шкале оценки TRL или УГТ [8];

2. должна быть построена таким образом, что ее можно было бы применять для оценки технологической готовности проектов специалистами различных институтов инновационного развития и организаций и ее структура не должна быть связана с определенной технической дисциплиной и конкретным разделом науки;

3. включать критерии и показатели для оценки уровня технологической готовности, содержание которых должно максимально соответствовать набору критериев и показателей оценки уже применяемым различными институтами инновационного развития при конкурсном отборе проектов;

4. учитывать наряду с характеристиками, присущими непосредственно TRL, и другие аспекты комплексной оценки проекта – т.е. в ней должны проводиться оценки и других свойств проекта, входящих в шкалу TPRL;

5. использовать подтвержденный набор сведений о проекте, представленном на конкурс, для обеспечения оценки уровня технологической готовности конкурсной заявки;

6. результаты оценки уровня технологической готовности выполняемого проекта в определенный момент времени, полученные с использованием данной модели, не должны противоречить результатам оценки, сделанной с помощью полной модели TPRL [6].

Требования 1–5 практически совпадают с требованиями, следуя выполнению которых была разработана полная модель оценки научно-технологического проекта [6]. Поэтому они могут быть выполнены аналогично тому, как это было сделано при построении полной модели. В нашем случае создаваемая модель имеет особенность – она должна позволять проводить оценку уровня технологической готовности на ограниченном наборе информации о проекте,

т.е. том наборе информации, который может быть потенциально указан в конкурсных документах и не может быть подтвержден с использованием детальных сведений, а это означает, что модель должна обеспечивать получение корректных результатов (требование б) при ее использовании на ограниченном наборе данных о проекте.

Не ограничивая общности, опишем далее процесс построения модели оценки уровня технологической готовности конкурсной заявки с использованием методологии TRPL для проектов, представляемых на конкурсы в рамках ФЦПИР.

Для построения модели будем использовать:

- представленные в *таблице 2* обобщенные описания параметров проекта, которые оцениваются в методологии TPRL: TRL, MRL, ERL, ORL, BRL, CRL, и впервые введены в рассмотрение в работе [5];
- описание показателей уровня TRPL, их характеристик, результатов и свидетельств, используемых в полной модели оценки научно-технологического проекта;
- содержание критериев конкурсного отбора проектов, представленное в методических рекомендациях, разрабатываемых для экспертов;
- методические рекомендации заявителям по заполнению форм конкурсной документации.

Анализируя эти информационные источники, а также группируя отдельные информационные показатели, входящие в них, мы выделили 9 групп параметров проекта, которые могут быть использованы как для описания большинства параметров выполняемого проекта, так и конкурсной заявки:

1. Состояние проекта;
2. Научная проработка проекта;
3. Отличия от существующих решений;
4. Обращение с интеллектуальной собственностью;
5. Патентные исследования;
6. Потенциальный объем рынка;
7. Экономика проекта;
8. Производственная реализуемость;
9. Компетенции команды (совместно с индустриальным партнером).

Таблица 2

Обобщенное описание ключевых состояний параметров проекта по шкале TPRL

Уровень TPRL	Допустимые значения индекса готовности TPRL	Технологическая готовность, TRL	Инженерная готовность, ERL	Производственная готовность, MRL	Организационная готовность, ORL	Преимущества и риски, BRL	Рыночная готовность и коммерциализация, CRL
9	[8,9]	Улучшение и эволюция изделия	Рабочая документация	Основное и вспомогательное производство	Поддержка производства, сервиса, снижение издержек	Мониторинг конкурентов	Выход на рынок
8	[7,8]	Продукт в составе системы	Доработка моделей	Отработка стабильного пилотного производства	Оргподготовка производства и сервиса	Подписаны соглашения с партнерами	Отработка замечаний заказчиков
7	[6,7]	Продукт в составе макета системы	Конструкторская подготовка CAD/CAM	Технологическая подготовка производства	Соглашения с заинтересованными организациями	Подписаны лицензионные договоры	Предварительный вывод на рынок
6	[5,6]	Полнофункциональный образец	Изготовление пилотной линии	Состав пилотной производственной линии	Обученный персонал	Заявки на патенты. Технические риски сняты	Точные спецификации продукта
5	[4,5]	Образец в реальном масштабе	Режимы пилотного производства отработаны	Изготовление в реальных условиях	Уточненная бизнес-модель	Уточненные преимущества	Уточненная модель ценообразования
4	[3,4]	Лабораторный образец	Интеграционные интерфейсы	Базовая технология производства	Требования к сервисной поддержке	Стратегия защиты ИС	Поставщики и партнеры, ценовая политика
3	[2,3]	Макетный образец	Проверка совместимости	Выбор производить/заказывать	Уточненные технические требования к продукту	План снижения рисков	Конкурентное окружение
2	[1,2]	Области применения	Анализ влияния на конечную систему	Оценка доступности материалов и процессов	Партнерское окружение	Патентные анализы	Ценностное предложение
1	[0,1]	Фундаментальная концепция	Требования к инженерным ресурсам	Базовые требования к производству	Схема базовых бизнес-процессов	Первоначальная оценка преимуществ и рисков	Оценка полезности

Сущность этих параметров зависит от текущего уровня технологической готовности проекта. Например, цели проведения патентных исследований на разных уровнях технологической готовности разные, поэтому определяя эти сущности для каждой из 9 вышеприведенных групп параметров в зависимости от уровня технологической готовности, мы можем сформировать экспертную анкету, порядок вопросов в которой будет соответствовать шкале TPRL. В таблице 3 представлен пример анкеты оценки технологического уровня конкурсных заявок для

проектов, у которых уровень технологического развития не больше, чем TPRL4.

Обработка полученных ответов на вопросы анкеты, представленной в таблице 3, производится с использованием следующей формулы:

$$TPRL = i, \text{ если } a_i \leq \lg \left(\prod_{j=1}^9 (N_j - 1) \right) \leq b_i, i = \overline{1,4} \quad (1)$$

В выражении (1) символ N_j обозначает номер выбранного ответа на j -ый вопрос анкеты, а на процедуре расчета интервальных

Пример экспертной анкеты для определения уровня технологической готовности конкурсной заявки (TPRL \leq 4)

№ п/п	Содержание вопроса	Варианты ответов	Тип ответа
1	Состояние проекта	1. Генерация идеи 2. Сформулированы цели проекта, его задачи, дано краткое описание результатов, лежащих в основе разрабатываемой технологии/продукта для последующей коммерциализации, определены области ее применения 3. Сформулировано техническое предложение, предложены варианты предполагаемого практического использования, выбрана система управления проектом 4. Разработан макет для проведения испытаний отдельных элементов технологии/продукта с целью подтверждения достижимости их значений в определённых диапазонах 5. Создан лабораторный образец, интегрирующий базовые элементы технологии/продукта, и исследовательский стенд для его испытаний с целью подтверждения совместной работы базовых элементов технологии/продукта, проведена подготовка к созданию экспериментального образца	Один из
2	Научная проработка проекта	1. Не применимо 2. Теоретически сформулирована концепция, выбраны методы исследования, выполнены теоретические обоснования 3. Построены аналитические/эмпирические модели, проведены численные оценки (моделировании), результаты показали возможность реализации 4. Проведены лабораторные испытания отдельных элементов продукта/технологии, результаты подтверждают правильность выбранных научных методов 5. Проведены экспериментальные испытания исследователем стенде, результаты которых подтверждают совместную работу базовых элементов продукта	Один из
3	Отличия от существующих решений	1. Не отличается 2. Выявлены аналоги разрабатываемой технологии/продукта, определены основные функциональные, технические и потребительские характеристики технологии/продукта, которые могут пользоваться спросом на рынке и обеспечат конкурентные преимущества разрабатываемого продукта/технологии 3. Выбраны и описаны численно критические элементы технологии, обеспечивающие решение, востребованное потенциальным потребителем 4. Данные испытаний подтверждают, что ключевые преимущества технологии/превышают известные характеристики аналогов (прямо или при обоснованном пересчете) 5. Данные испытаний подтверждают, что заявленные в проекте характеристики и показатели, обеспечивающие ключевые преимущества конечного продукта достижимы и дают новое качество по сравнению с доступными на рынке продуктами	Один из
4	Обращение с интеллектуальной собственностью (ИС)	1. Не применимо 2. Наличие РИД (собственных, третьих лиц), публикаций и т.п., формирующих ИТЗ проекта 3. Определены варианты использования предшествующей ИС в проекте 4. Определён порядок передачи предшествующей ИС, определён порядок защиты получаемых РИД, определён порядок доступа к ИС во время выполнения проекта 5. Заявки на базовые РИД поданы в патентные ведомства (Россия, международное патентование, в т.ч. через систему РСТ – Patent Cooperation Treaty)	Один из
5	Патентные исследования	1. Не проводились 2. Проведены с целью выявления перспективных направлений развития науки и техники 3. Проведены с целью установления требований к разрабатываемому продукту 4. Проведены с целью оценки перспектив патентования разрабатываемой продукции с точки зрения патентной чистоты 5. Проведены с целью оценки технического уровня разрабатываемой продукции и определения ее патентоспособности	Один из
6	Потенциальный объём рынка	1. Не оценивался 2. Проведена оценка рынка PAM (Potential Available Market) в натуральном и стоимостном выражениях 3. Проведена оценка рынка TAM (Total Available Market) в натуральном и стоимостном выражениях 4. Уточнена оценка рынка TAM (Total Available Market) в натуральном и стоимостном выражениях по сегментам, включая глобальные рынки 5. Проведена оценка рынка SAM (Served/Serviceable Available Market) в натуральном и стоимостном выражениях	Один из

Продолжение таблицы 3

7	Экономика проекта	<ol style="list-style-type: none"> 1. Использование только субсидии и средств индустриального партнера (ИП) 2. Оценена вероятность положительного денежного потока от реализации результатов проекта в долгосрочной и среднесрочной перспективах 3. Оценена экономика на разных стадиях жизненного цикла нового продукта (план использования финансовых средств по стадиям жизненного цикла нового продукта) 4. Сделана оценка стоимости владения, в т.ч. оценена себестоимость производства технологии/продукта по промышленной технологии, предложена модель ценообразования, оценена стоимость установки, развертывания и обслуживания, включая обновления, а также проведены оценки стоимости утилизации 5. Выполнен предварительный анализ мероприятий по выводу продукта на рынок, в т.ч.: ценовая политика, политика продаж, программа продвижения нового товара, наличие бюджета на вывод продукта на рынок, прогноз финансовых показателей. 	Один из
8	Производственная реализуемость	<ol style="list-style-type: none"> 1. Не применимо 2. Собственное опытное производство или экспериментальная база 3. Определён Индустриальный партнёр 4. Разработана предварительная схема производства, в т.ч. в кооперации 5. Представлен прогноз сроков коммерческой готовности разрабатываемой технологии, а также проведены расчёты по обоснованию оценки обеспеченности основных производственных процессов материальными, финансовыми и другими ресурсами 	Один из
9	Компетенции команды (совместно с ИП)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Не применимо 2. Преобладают научно-исследовательские компетенции 3. В состав команды входят специалисты по управлению ИС и патентованию, а также инженерно-технический состав 4. В состав команды входят специалисты в области маркетинга и инженеры-конструкторы 5. В состав команды входят специалисты в области организации производства 	Несколько

коэффициентов a_i и b_i остановимся ниже. Как можно заметить, в анкете, представленной в таблице 3, на каждый вопрос предлагается 5 вариантов ответа. 1 вариант ответа характеризует так называемый «отсекающий» параметр, т.е., если выбирается ответ с номером 1, то это означает, что оцениваемый проект не соответствует условиям и требованиям конкурсной документации и может быть отклонен от участия в конкурсе.

Для расчета интервальных коэффициентов a_i и b_i мы используем уже известные значения уровней технологических проектов ФЦПИР, которые были получены в результате практической апробации методологии TPRL [7]. Действительно, проводя новую оценку уровня технологической готовности проекта по анкете таблицы 3 на основании информации, содержащейся в отчетной документации, представленной в информационной базе Системы экспертиз (<https://sstr.ru>), мы можем определить полученные значения $\lg\left(\prod_{j=1}^9 (N_j - 1)\right)$. Считая, что уровень технологической готовности проекта равен тому значению, которое было получено с использованием специального программного средства [9], мы можем определить границы интервалов, в которые попадает значение выражения $\lg\left(\prod_{j=1}^9 (N_j - 1)\right)$ для каждого из уровней

технологической готовности TPRL1–TPRL4. Например, для уровня TPRL4 в модели используется рассчитанное таким образом значение $a_i = 4,3$. Естественно, что коэффициенты a_i и b_i могут уточняться по мере появления большего количества проведенных оценок проектов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье описана модель оценки уровня технологической готовности инновационных научно-технологических проектов, представляемых на конкурс на получение финансовой поддержки, разработанная в рамках методологии TPRL. Данная модель построена с использованием единых метрик оценки проектов как в ходе их выполнения, так и на этапе проведения конкурсного отбора проектов.

Модель разработана на основе требований, выполнение которых обеспечивает непротиворечивость результатов расчетов, полученных с ее использованием, результатам расчетов по ранее разработанной модели комплексной оценки готовности научно-технологических проектов.

Модель может быть адаптирована под требования различных институтов инновационного развития и фондов поддержки научно-технологической деятельности за счет специфики учета

системы формирования системы критериев конкурсного отбора и учета ключевых состояний описаний параметров TRL, MRL, ERL, ORL, BRL, CRL, используемых для оценки проектов в методологии TPRL.

Полученные с помощью модели количественные оценки уровня технологической готовности конкурсной заявки проекта могут быть использованы для принятия различных

управленческих решений, например, для определения «точек входа» в проводимый конкурс, ранжирования проектов по значениям уровней технологической готовности, а также определения соотношения долей бюджетного и внебюджетного финансирования в рамках программ, реализуемых различными институтами инновационного развития, а также других решений.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Mankins J.C.* (1995) Technology readiness levels / Artemis Innovation. http://www.artemisinnovation.com/images/TRL_White_Paper_2004-Edited.pdf.
2. What are Technology Readiness Levels (TRLs) and to which Horizon 2020 call topics are they applicable? (2019) / An official EU website. 06.09.2019. <https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/portal/screen/support/faq/2890>.
3. Решение Правления РФРИТ протокол № 6 от 05.11.2019 г. (2019) Конкурсная документация / Российский фонд развития информационных технологий. <https://рфрит.рф/attachment/80/download/081119-KD>.
4. Методика определения уровней готовности технологии в рамках проектов федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы» (2017) / ФЦП Ии Р. http://fcpir.ru/upload/medialibrary/955/gt_57_14vn_metodika-ugt_002_.pdf.
5. *Петров А.Н., Сартори А.В., Филимонов А.В.* (2016) Комплексная оценка состояния научно-технических проектов через уровень готовности технологий // Экономика науки. Т. 2. № 4. С. 244–260.
6. *Комаров А.В., Петров А.Н., Сартори А.В.* (2018) Модель комплексной оценки технологической готовности инновационных научно-технологических проектов // Экономика науки. Т. 4. № 1. С. 47–57.
7. *Комаров А.В., Шуртаков К.В., Комаров К.А., Гришина М.С., Миронова Я.С.* (2020) Практическое применение методологии комплексной оценки научно-технологических проектов на примере оценки проектов ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы» // Экономика науки. Т. 6. № 1–2. С. 100–117.
8. Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29.12.2017 г. № 2128-ст (2017) ГОСТ Р 58048–2017. Трансфер технологий. Методические указания по оценке уровня зрелости технологий / Техэксперт. <http://docs.cntd.ru/document/1200158331>.
9. *Жебель В.В., Комаров А.В., Комаров К.А., Шуртаков К.В.* (2018) Программное средство для комплексной оценки технологической готовности инновационных научно-технологических проектов // Экономика науки. Т. 4. № 1. С. 58–68.

REFERENCES

1. *Mankins J.C.* (1995) Technology readiness levels / Artemis Innovation. http://www.artemisinnovation.com/images/TRL_White_Paper_2004-Edited.pdf.
2. What are Technology Readiness Levels (TRLs) and to which Horizon 2020 call topics are they applicable? (2019) / An official EU website. 06.09.2019. <https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/portal/screen/support/faq/2890>.
3. Decision of the RFRIIT Board of Ministers, Minutes № 6 dated 05.11.2019 (2019) Tender documentation / Russian Fund for the Development of Information Technologies. <https://рфрит.рф/attachment/80/download/081119-KD>.
4. Methodology for determining the levels of technology readiness in the framework of the projects of the federal target program «Research and development in priority areas for the development of the scientific and technological complex of Russia for 2014–2020» (2017) / fcpir. http://fcpir.ru/upload/medialibrary/955/gt_57_14vn_metodika-ugt_002_.pdf.
5. *Petrov A.N., Sartori A.V., Filimonov A.V.* (2016) A comprehensive assessment of the state of scientific and technical projects through the level of technology readiness // The Economics of Science. Vol. 2. № 4. P. 244–260.

6. Komarov A.V., Petrov A.N., Sartori A.V. (2018) The model of integrated assessment of technological readiness of innovative scientific and technological projects // The Economics of Science. Vol. 4. № 1. P. 47–57.
7. Komarov A.V., Shurtakov K.V., Komarov K.A., Grishina M.S., Mironova Ya.S. (2020) Practical application of the methodology for the comprehensive assessment of scientific and technological projects using the example of the evaluation of the federal target programs «Research and Development in Priority Directions for the Development of the Russian Scientific and Technological Complex for 2014–2020» // The Economics of Science. Vol. 6. № 1–2. P. 100–117.
8. Order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology dated 29.12.2017 № 2128-st (2017) GOST R58048–2017. Technology transfer. Guidelines for assessing the maturity level of technology / Tekhekspert. <http://docs.cntd.ru/document/1200158331>.
9. Jebel V.V., Komarov A.V., Komarov K.A., Shurtakov K.V. (2018) A software tool for a comprehensive assessment of technological readiness of innovative scientific and technological projects // The Economics of Science. Vol. 4. № 1. P. 58–68.

UDC 338.28

Petrov A.N., Komarov A.V. Estimation of technology readiness level of tender proposal in terms of methodology TPRL (Directorate of State Scientific and Technical Programmes, Presnensky Val Street, 19, building 1, Moscow, Russia, 123557)

Abstract. The article describes a model for assessing the level of technological readiness of projects submitted to the competition for funding, built using the TPRL methodology. The model can be used along with other tools for evaluating competitive applications to increase the accuracy and objectivity of the expert evaluation of competitive projects. Based on the results obtained using the proposed model, ranked lists of participating projects can be compiled for the subsequent selection of winning projects. The developed model for assessing the level of technology development has been tested for projects of the federal target program «Research and Development in Priority Directions for the Development of the Russian Scientific and Technological Complex for 2014–2020».

Keywords: scientific and technological project, competition, R&D, model, technology readiness level, TPRL, TRL, assessment.

РОССИЙСКИЕ ВУЗЫ В ТОП-100 ОТРАСЛЕВЫХ И ПРЕДМЕТНЫХ РЕЙТИНГАХ QS РЕЙТИНГА



4 марта 2020 г. глобальное аналитическое агентство QS Quacquarelli Symonds обнародовало результаты отраслевых (QS World University Rankings by Faculty) и предметных (QS World University Rankings by Subject) рейтингов лучших университетов мира.

Российскую высшую школу в отраслевых рейтингах QS представляют 22 университета, 13 из них являются участниками Проекта 5–100. Российские университеты присутствуют во всех пяти отраслевых рейтингах: «Искусство и гуманитарные науки», «Инженерные науки и технологии», «Науки о жизни и медицина», «Естественные науки» и «Социальные науки и менеджмент».

В топ-50 рейтингов QS попали 9 программ российских вузов. Пять программ от МГУ им. Ломоносова, и по одной программе от Санкт-Петербургского горного университета, Московской государственной консерватории им. Чайковского, МИСиС и Высшей школы экономики.

МГУ в этом году показал лучший результат за всю историю участия вуза в предметных рейтингах QS: 21 место по направлению «Естественные науки» и 47-е – в «Искусстве и гуманитарных науках». По отдельным предметам, например, «Лингвистика», «Физика и астрономия», «Современные языки», «Математика», «Управление гостиничным бизнесом» Московский университет тоже попал в полусотню лучших.

Три вуза – участника Проекта 5–100 входят в сотню лучших университетов мира по различным направлениям: НИУ ВШЭ – «Социальные науки и менеджмент» (59-я позиция), НГУ и МФТИ – «Естественные науки» (64-я и 67-я позиции соответственно). МФТИ в этом году впервые попал в топ-100 отраслевых рейтингов QS.

В топ-100 предметных рейтингов входят пять университетов Проекта 5–100. Лучший результат продемонстрировал НИТУ «МИСиС» (46-я позиция), на протяжении четырех лет сохраняющий свои позиции в топ-50 предметного рейтинга «Инженерное дело в горной промышленности и добыче полезных ископаемых». Впервые в этом году в топ-50 представлен НИУ ВШЭ: в рейтинге «Политика и международные отношения» вуз занимает 48-ю позицию. Также впервые в этом году университет присутствует в топ-100 предметных рейтингов QS «История» и «Социальная политика». Кроме того, НИУ ВШЭ входит в топ-100 по следующим направлениям: «Политика и международные отношения», «Социология» и «Экономика и эконометрика». В данном рейтинговом диапазоне также представлены: МФТИ, НГУ и НИЯУ МИФИ по направлению «Физика и астрономия».

Источник: <https://5top100.ru/news/118928>; <https://rg.ru/2020/03/04/rossijskie-vuzy-voshli-v-novye-rejtingi-qs-luchshih-universitetov-mira.html>