

А.В. САРТОРИ,

к.ф.-м.н., советник АО «Наука и инновации», г. Москва, Россия, sartoriandrey@gmail.com

П.В. СУШКОВ,

руководитель направления АО «Наука и инновации», г. Москва, Россия, pvsushkov@gmail.com

Н.М. МАНЦЕВИЧ,

д.т.н., руководитель направления АО «Наука и инновации», г. Москва, Россия,

nmman1@rambler.ru

ПРИНЦИПЫ БЕРЕЖЛИВОГО УПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯМИ И РАЗРАБОТКАМИ НА ОСНОВЕ МЕТОДОЛОГИИ УРОВНЕЙ ГОТОВНОСТИ ИННОВАЦИОННОГО ПРОЕКТА

УДК 338.28

Сартори А.В., Сушков П.В., Манцевич Н.М. *Принципы бережливого управления исследованиями и разработками на основе методологии уровней готовности инновационного проекта* (АО «Наука и инновации», Старомонетный переулок, д. 26, г. Москва, Россия, 119180)

Аннотация. Представлен подход бережливого управления инновационными исследованиями и разработками (БИИР), существенной частью которого является систематическая объективная оценка уровня готовности проекта к коммерциализации. Показана роль в реализации принципов БИИР исполнителей исследований и независимой рабочей группы (TRL-комитет), приведены практические форматы экспертной оценки уровней готовности разработки.

Ключевые слова: инновационный проект, бережливый НИОКР, БИИР, lean R&D, коммерциализация, подход market pull, подход technology push, уровни готовности TPRL, ПИНГ, оценка уровня готовности проекта ОУГП/TRA.

DOI 10.22394/2410-132X-2020-6-1-2-22-34

Цитирование публикации: Сартори А.В., Сушков П.В., Манцевич Н.М. (2019) Принципы бережливого управления исследованиями и разработками на основе методологии уровней готовности инновационного проекта // Экономика науки. Т. 6. № 1–2. С. 22–34.



*Методы – главное, самое трудное, то, чему
больше всего противятся привычка и лень
Ф. Ницше*

Использование достижений науки и техники в производстве во многом определяет динамику экономического развития общества, корпораций и отдельных предприятий.

Однако, несмотря на существенный уровень государственной поддержки, коммерциализация результатов инновационных разработок в стране происходит недостаточно эффективно. Инновационные процессы в цепочке от идеи до внедрения не работают в рамках единой методики оценки и последовательного отбора перспективных проектов. Чаще всего основным фактором, способствующим растрате ресурсов при разработке инновационной продукции, является отсутствие систематической достоверной оценки потенциальных идей конечного продукта, а также методически ясного, стандартизированного процесса его создания.

В рамках создания единой сквозной методики авторы в [1–2] предложили подход бережливого управления инновационными

исследованиями и разработками (сокращенно БИИР), частью которого является систематическая оценка уровня готовности проекта к коммерциализации.

В методологии БИИР важнейшую роль играет процесс объективной оценки уровня готовности инновационных проектов/продуктов к внедрению и коммерциализации по каждому из параметров инновационной готовности (далее сокращенно – ОУГП, аналог Technology Readiness Assessment в англоязычном варианте), который выполняется для планирования и реализации эффективных организационных процессов коммерциализации результатов разработок.

Такой подход предполагает изменение всего инновационного процесса, в первую очередь, его начальных стадий от идеи до прототипа. В частности, коллективная оценка уровня готовности проекта, например на научно-техническом совете организации, для соответствия целям бережливого управления также требует определенной трансформации. По этой причине в данной статье процесс оценки уровня готовности рассматривается в деталях.

В статье описаны бизнес-процессы бережливого управления инновационными проектами, включая детализацию и адаптацию метрик (условий достижения) уровней готовности к особенностям конкретных инновационных проектов, выделение критических элементов создаваемого инновационного продукта, оценку сложных систем, планирование работ в рамках строго заданных результатов на каждом уровне готовности, оценку уровня готовности проекта к коммерциализации, управление портфелем НИОКР/инновационных проектов.

Особое внимание уделено детализации методики независимой экспертной оценки уровня готовности инновационной разработки/проекта.

Базовые определения и термины

Важнейшей составной частью процесса повышения скорости внедрения научной разработки на каждом шаге является методика объективного измерения уровня готовности инновационного продукта/проекта к коммерциализации. Еще раз напомним, предложенное

в [3], определение термина коммерциализации результатов инновационного проекта как «разработки и систематической реализации владельцем, инициатором либо заказчиком прав на востребованный рынком продукт, выручка от производства и реализации которого существенно превышает затраты на весь жизненный цикл, включая затраты, понесенные на этапе выполненного исследования и разработки (НИОКР)».

Процесс управления инновационными научно-техническими исследованиями и разработками (проектами) назовем бережливым (далее «бережливый НИОКР»¹) по аналогии с бережливым производством, если его основная цель состоит в повышении уровня коммерциализации инновационного проекта при использовании меньших ресурсов и реализуется через применение гибкой процедуры планирования, независимой диагностики уровня готовности проекта и его динамики, принятие необходимого плана конкретных корректирующих ход разработки продукта мероприятий, контроль их выполнения и принятие фокусных организационных мер по снижению рисков достижения запланированных результатов [1]. В англоязычной литературе можно встретить близкий по значению термин «lean R&D».

Бережливое управление инновационными исследованиями и разработками (БИИР) – это достоверный путь к повышению доли коммерциализуемых продуктов/проектов при сокращении сроков и бюджетов проектов, прекращению неэффективных трат ресурсов.

БИИР может применяться в интересах следующих субъектов:

- Разработчик технологии, который осуществляет эффективное планирование и реализацию инновационного проекта с целью получения востребованного рынком результата в срок с наименьшим риском в пределах отведенного бюджета.

- Конечный пользователь новой технологии, который хочет оптимизировать преимущества своих инвестиций за счет выбора между конкурирующими технологиями или создать новый бизнес, улучшая свою деятельность.

¹ В рамках настоящей статьи термины «бережливый НИОКР» и «бережливое управление инновационными исследованиями и разработками (БИИР)» являются тождественными.

– Инженерная компания, которая интегрирует новую технологию в более крупную систему и должна оценить влияние на общую надежность системы.

– Венчурные фонды, которые намерены повысить эффективность реализации инвестиционного портфеля.

– ФОИВ при оценке программ инновационного развития госкорпораций, эффективности инновационной инфраструктуры.

Параметры инновационной готовности (далее – ПИНГ) – основные показатели проекта, влияющие на успешность внедрения и коммерциализации его результатов. ПИНГ измеряются с помощью метрик (количественных оценок и критериев подтверждения).

Назовем параметры инновационной готовности (ПИНГ):

- Параметр технологической готовности проекта – (ПИНГ TR), метрика уровней готовности TRL.
- Параметр производственной готовности проекта (ПИНГ MR), метрика уровней готовности MRL.
- Параметр интеграционной готовности проекта (ПИНГ IR), метрика уровней готовности IRL.
- Параметр готовности организации работ по проекту (ПИНГ OR), метрика уровней готовности ORL.
- Параметр риск/польза готовности проекта (ПИНГ BR), метрика уровней готовности BRL.
- Параметр рыночной готовности проекта (ПИНГ CR), метрика уровней готовности CRL.
- Параметр инженерной готовности проекта (ПИНГ ER), метрика уровней готовности ERL.

Первые два параметра инновационной готовности (ПИНГ TR, MR) в той или иной степени применяются в практике управления инновационными проектами (метрики TRL, MRL) и описаны на общем верхнем уровне определений в литературе [5–8] и ГОСТах [9–14]. Методология БИИР предлагает в развитие данного подхода детализированное формализованное трехуровневое описание требований/условий достижения уровней готовности [2], позволяющее

более объективно использовать компетенции экспертов в случае оценки результатов высокорисковых исследований, проводимых часто в условиях конфиденциальности.

Третий параметр инновационной готовности (ПИНГ IR) оказывается важен при разработке систем, состоящих из нескольких инновационных элементов/модулей/технологий. В таких условиях соответствие параметров макетов/моделей/экспериментальных образцов разрабатываемых элементов общим требованиям системы можно проверить только с помощью поэтапной интеграции элементов на виртуальных и гибридных моделях. Детальное описание ПИНГ IR и его отличия от ПИНГ ER является предметом отдельного обсуждения вне рамок настоящей статьи. Для целей данной статьи приведем лишь его общее содержание, которое описывает ПИНГ IR:

- способность элементов конечного продукта/системы влиять друг на друга, а также передавать интерпретируемые данные;
- степень соответствия полученных данных отправленным данным, и наличие механизма проверки этого соответствия;
- способность одного или нескольких интегрируемых элементов самостоятельно управлять интеграцией (устанавливать, поддерживать и прекращать взаимодействие);
- способность к оперативному контролю, автоматизации, предсказательному моделированию, включая чрезвычайные условия.

Три следующих инновационных параметра готовности (ПИНГ OR, BR, CR), которые условно можно объединить в категорию «венчурные», описывают ценностное предложение, бизнес-модель проекта и бизнес-процесс его реализации. Эти параметры неразрывно связаны как между собой, так и с ПИНГ TR, MR, IR, являясь независимыми лишь отчасти. Зависимость проявляется в том, что для корректной оценки уровня по одному из ПИНГ, требуется учет данных из других ПИНГ того же уровня готовности. Оценки результата разработки, сделанные без такого учета, как правило, будут недостоверными. Например, оценка размера секторов рынка по метрике CRL без учета ключевых преимуществ и ограничений из BRL,

основанных, в свою очередь, на верификации технологических характеристик (TRL) и оценке себестоимости (MRL), как правило оказывается сильно завышенной.

С другой стороны, конкурентный анализ ценностного предложения (CR) накладывает ограничения как на область реализации критических преимуществ TR и BR, так и применимые технологии производства (MR). Аналогично может подвергнуться корректировке стратегия патентной защиты (BR), а также модель организации бизнеса (OR).

Ценностное предложение составляет основу бизнес-модели инновационного проекта, а разные комбинации ее элементов, ресурсов и процессов коммерциализации усложняют копирование бизнес-модели, повышают ее конкурентоспособность.

При этом важным является то, что сама бизнес-модель уточняется по мере развития инновационного проекта, понимания критических преимуществ коммерциализуемого продукта и его рыночного сектора.

Предлагается следующее общее содержание параметров ПИНГ OR, BR, CR:

- ПИНГ OR отражает уровень готовности управления инновационным проектом. В нем собраны все ключевые аспекты бизнес-модели, отвечающие за управление и способность команды ставить и выполнять поставленные перед проектом цели и задачи. Измеряется в единицах уровней готовности по метрике ORL.
- ПИНГ BR выявляет внутренние резервы технологии/продукта – критические преимущества и ограничения применения. Допустимость рисков при заданных критических преимуществах проводится на основе стандартных приемов анализа рисков и выгод, с учетом данных о рынке из CR. Измеряется в единицах уровней готовности по метрике BRL.
- ПИНГ CR задает внешние ограничения, накладываемые рынком и конкурентами, определяет ценность предложения для рынка/потребителей. В нем собраны все ключевые аспекты бизнес-модели, отвечающие за определение того насколько разрабатываемый на основе

технологии продукт (или несколько продуктов) отвечает запросам потребителей по качеству, цене, срокам выпуска, объемам рынка. Измеряется в единицах уровней готовности по метрике CRL.

Какие задачи решает бережливый подход к разработке инновационной продукции на основе ПИНГ

Основными вопросами при разработке инновационных продуктов являются существенные задержки выхода продукта на рынок, невыполнение жестких графиков, проблемы с оценкой идей и текущих результатов, недостижение запланированных бизнес-целей [16]. «Требование успеха на первом проходе заставляет команды ориентироваться на наименее рискованные решения, даже если клиенты не считают их значительным улучшением по сравнению с тем, что уже доступно. Что еще хуже, у команд мало стимулов для поиска инновационных решений проблем клиентов» [15].

Более того, тенденции выполнения научных исследований и разработок часто противонаправлены целям коммерциализации. Как известно из практического опыта, эти тенденции заключаются в следующем:

- Составление исполнителем (при отсутствии квалифицированного заказчика) заведомо выполнимого технического задания: нет четких целей.
- Увеличение срока работ: нет детализированного плана работ (дорожной карты).
- Составление бюджета с многократным запасом: нет детализированного и достоверного учета трудозатрат.
- Отсутствие права на ошибку: вместо ясных индикаторов продвижения к результату приводятся объемные отчеты, работы продолжаются неопределенное время.

По этой причине в мире постоянно ведется поиск эффективных форм управления исследованиями и разработками с целью обеспечения внедрения и коммерциализации. Среди наиболее популярных методов управления упоминаются scrum and agile [17], разработанные и применяемые преимущественно для

IT, а также их комбинация с классической методикой последовательного прохождения жестко фиксированных ворот waterfall [15].

Особенностью большинства ориентированных на внедрение исследований является разработка подхода market pull (разработка продукта/услуги по запросам рынка). Такой подход нашел широкое применение, например, при разработке пользовательского программного обеспечения.

Однако для научно-исследовательских организаций более характерен подход technology push (коммерциализация технологии). Причина заключается в том, что в современном мире высокой технологической конкуренции непременным условием успешности коммерциализации является профессионализм в конкретной научно-технической области и опыт коммерциализации. Лаборатории научно-исследовательских организаций в данном случае являются точками роста компетенций как в предметной области, так и в идентификации областей, где критические преимущества технологии позволяют создать конкурентоспособный продукт, отвечающий рыночному запросу, особенно прогнозируемому на значительный период времени.

Вместе с тем ориентация научно-исследовательских организаций на подход market pull, как правило, обречена на неудачу, поскольку научные лаборатории не имеют ни компетенций, ни административных ресурсов для выполнения роли бизнес-интегратора и поставщика технологических решений, объединяющих ключевые компетенции третьих лиц.

По этой причине для успешной реализации technology push нужен особый подход, учитывающий динамическое взаимовлияние разработки технологии в направлении развития критических характеристик с учетом ограничений на их применение, а также формирования понимания и спецификации тех задач потребителей, где критические характеристики технологии дают конкурентные преимущества, сочетание детального планирования и гибкости выбора технологических и бизнес альтернатив.

Практика показывает, что понимание конкурентных преимуществ тоже проходит этапы готовности от объема общего рынка (Potential

Available Market), до выявления сегментов рынка с учетом выбранных каналов продаж, позиционирования, конкурентов (Serviceable Obtainable Market).

Иными словами, для подхода technology push нужен механизм управления проектами, поддерживающий постоянную гармонизацию и совершенствование целевых показателей технического задания по мере углубления понимания возможностей создаваемой в проекте технологии/продукта с одной стороны, и требований потребителей с другой стороны, постоянное расширение компетенций, привлекаемых для решения задачи разработки инновационного продукта.

Решению этой задачи в наибольшей мере соответствует подход в рамках концепции бережливого НИОКР.

Далее продолжим рассмотрение методики, учитывающей вышеизложенные особенности процесса инновационной разработки в формате technology push, и организационные принципы ее использования. Методика может быть модифицирована для организаций, работающих в формате market pull. Такая работа авторами планируется и будет проведена в ближайшем будущем.

Для организаций, использующих technology push, подход бережливый НИОКР начинается с выдвижения гипотез об областях возможного применения технологии и продукта на ее основе, в которых имеются ключевые компетенции в команде разработчиков.

По мере углубления понимания возможностей, ограничений применения технологии и нерешенных проблем потребителя (ценностного предложения), гипотезы проверяются, фильтруются и процесс разработки фокусируется на все более узкий сектор рынка, в котором применение планируемого к разработке инновационного продукта будет иметь критические преимущества, которые осложняют конкуренцию с этим продуктом.

Многие организации/компании успешные на этапе генерации гипотез, сталкиваются с проблемами отбора наиболее перспективных гипотез для последующей разработки. Причина заключается в том, что традиционный прямой процесс управления проектами не

поддерживает регулярную оценку хода реализации проекта, отсеивает гипотезы по принципу минимизации рисков, соответствующую коррекцию планов и ресурсов. Кроме того, для проведения такой работы не всегда хватает информации и компетенций, в том числе экспертных, чтобы сделать выбор гипотез максимально объективным, не ограниченным вкусовыми особенностями и личной заинтересованностью экспертов.

Основой экспертной оценки может стать процедура измерения текущего статуса работ, идентификации уровня готовности инновационного продукта. Для технологической и производственной готовности, как мы уже отметили выше, такая базовая методика создана и широко используется. Эта методика основана на метриках TRL, MRL. При всей несомненной полезности этих метрик они не в силах ответить на главные вопросы коммерциализации: «Кто купит эти продукты/услуги?» и «Сможет ли технология обеспечить критические преимущества для потребителя?». Для ответа на эти вопросы требуется рассмотрение не только технологических рисков.

Развивая основы, заложенные в подходе TPRL [4], рассматриваемая методология БИИР включает следующие направления:

- детализация метрик (условий достижения) уровней готовности;
- расширение предметных направлений, адаптация терминологии;
- процедура адаптации метрик к особенностям конкретных инновационных проектов/НИОКР;
- выделение критических элементов создаваемой технологии/разработки/продукта;
- оценка сложных систем;
- гибкое планирование работ в рамках строго определенных результатов на каждом уровне готовности;
- независимая экспертная оценка уровня готовности разработки/продукта/инновационного проекта;
- управление портфелем НИОКР/инновационных проектов.

Для реализации гибкого подхода к планированию и реализации проекта целесообразно разбиение работ на относительно короткие рабочие циклы (уровни/шаги), что позволит

оперативно получать информацию о статусе и динамике продвижения проекта. С этой целью полезна декомпозиция требований достижения уровней готовности таким образом, чтобы разбиение было структурно единообразным, но при определенной степени гибкости для отражения специфики каждого инновационного проекта.

Например, для технологических проектов эффективным является понедельное планирование на каждый ближайший месяц и помесечное планирование на оставшийся период.

Для управления скоростью внедрения разработки важно научиться на каждом шаге объективно измерять готовность инновационного проекта к коммерциализации. С этой целью проводится регулярная экспертная оценка уровня готовности (ОУГП) по процедуре, описанной далее.

Принципы бережливого управления инновационными исследованиями и разработками, и портфелем проектов

Внедрение новой технологии вносит неопределенность, которая влечет за собой риски, в том числе финансовые, для ее разработчиков, производителей, поставщиков, операторов и конечных пользователей.

В реальной практике часто отдается предпочтение хорошо известной и проверенной технологии перед инновационными решениями с элементами новизны, даже если последние обещают значительное улучшение характеристик и/или экономический эффект, что является реальным препятствием для развития инноваций.

Методика БИИР показывает как можно управлять этими рисками, предоставляя последовательно доказательства для управления рисками и уменьшения неопределенности получения результата.

Важную роль в реализации принципов БИИР играет независимая рабочая группа, которая в зарубежной практике имеет условное название «TRL-комитет», и выполняет как экспертные, так и организационные функции верхнего уровня управления, дополняющие функционал команды инновационного проекта.

В данной статье приводятся рекомендации по организации деятельности такой рабочей группы для организаций, которые реализуют портфель или являются заказчиком портфеля инновационных проектов исследований и разработок, а также организаций, которые инвестируют в группы инновационных проектов или осуществляют функции поддержки инновационного развития (институты развития).

Рабочая группа решает следующие задачи:

- Утверждает набор ПИНГ для конкретного проекта и адаптирует их содержание, в том числе чек-листы (при необходимости).
- Утверждает декомпозицию инновационного продукта на элементы и утверждает критические элементы, создающие его конкурентные преимущества.
- При необходимости проводит экспертизу корректности подготовки технического задания, в том числе детальности и целеполагания состава работ с учетом условий достижения ПИНГ.
- Проводит объективную проверку текущей самооценки команды исполнителей уровня готовности проекта по критическим элементам.
- Ранжирует проекты портфеля по уровням готовности (потенциалу коммерциализации).
- Формирует предложения по набору первоочередных проектов для включения в инновационный портфель.
- После старта финансирования инновационного проекта/портфеля проводит онлайн мониторинг уровней готовности (потенциала коммерциализации) с целью ранней диагностики проблем.
- Составляет план регулярных проверок уровней готовности проектов.
- Проводит регулярные проверки уровней готовности проектов на основе очной презентации и текущей самооценки руководителя проекта.
- Формирует предложения по плану первоочередных мероприятий для каждого проекта, обязательные к выполнению исполнителями проекта.
- Выносит предложения по продолжению поддержки/заморозке/остановке финанси-

рования проекта по результатам ОУГП с целью сохранения ресурсов.

- Готовит предложения по актуализации портфеля проектов с целью повышения эффективности внедрения результатов.

Значение и многообразие функций рабочей группы предъявляет высокие требования к ее составу и квалификации.

Принципы формирования рабочей группы

Рабочая группа назначается правовым актом (приказом) по организации, использующей подход БИИР, и отвечает следующим требованиям:

- является независимым консультационным органом, заключение которого используется лицами, принимающими решения, для оперативного управления инновационным проектом или портфелем проектов;

- реализует подход бережливого НИОКР по единым правилам управления инновационными проектами/портфелем проектов в условиях конфиденциальности, ограниченности компетенции и узкой специализации экспертов, возможного конфликта интересов, субъективизма научных школ;

- включает руководителя, секретаря, членов рабочей группы, прошедших обучение по методике бережливого НИОКР специалистов, включая научных экспертов, технологов, маркетологов, патентоведов, финансистов, корпоративных юристов, имеющих референции управления инновационными проектами.

Эксперты, как внутренние, так и внешние, могут не являться голосующими членами рабочей группы, обладая совещательным правом.

Процедура декомпозиции и определения критических элементов сложного продукта

Для целей оценки уровня готовности сложного/комплексного продукта, необходимо декомпозировать его на составляющие элементы/компоненты/материалы с детальностью, достаточной для выделения критических элементов/технологий, определяющих конкурентные преимущества комплексного продукта.

Рабочая группа на заседании разрабатывает и согласовывает структурные схемы продуктов,

полный перечень критических технологий/элементов/компонентов/материалов комплексного продукта, назначает разработчиков, ответственных за проведение первичной оценки уровней готовности, сроки и формат представления самооценок, чек-листы, перечень примеров подтверждающих документов, срок рассмотрения результата на рабочей группе, задание на самооценку (фиксируется протоколом).

Критические элементы определяются коллегиально экспертами путем заполнения анкет. Оценке подлежит каждый элемент системы. Элемент считается критическим, если выполнено хотя бы одно из нижеперечисленных условий:

- элемент содержит принципиально новые технологии, не применявшиеся ранее;
- элемент содержит известные технологии, но условия их применения принципиально иные, что может повлиять на выполнение целевых функций/параметров разрабатываемого продукта;
- элемент содержит известные научно-технические/конструкторские решения, но масштабирование до целевых параметров невозможно без проведения дополнительного обоснования.

Процедура оценки уровней ПИНГ

Конкурентные преимущества инновационного продукта возникают, как правило, благодаря его критическим элементам, обладающим новизной и практической значимостью.

Процедура оценки уровня готовности проекта (ОУГП) устанавливает единые правила оценки на протяжении всего процесса разработки от идеи, доказательства концепции, демонстрации прототипа, до верификации в промышленных условиях и серийного производства инновационного продукта.

Такая процедура повышает доверие к инновационной технологии со стороны инвесторов и потребителей, дает возможность менеджменту проекта обосновать риски, повысить вероятность ее коммерциализации.

Для оценки используются метрики верхнего уровня согласно ГОСТ [9–14], нормативные документы организации, основанные на настоящей методике, дополнения рабочей группы и экспертов, сделанные в ходе проведения предварительного аудита документов проектов.

Оценка уровня готовности научно-технического проекта полезна только при условии ее объективности, достигаемой путем предоставления документальных доказательств того, что создаваемый в проекте продукт и его критические элементы по техническим и экономическим характеристикам соответствует целевым значениям и запросам рынка с определенной для каждого уровня готовности достоверностью.

Уровень готовности продукта определяется по минимальному уровню готовности составляющих его критических элементов.

Оценка технологий из различных предметных областей проводится на основе чек-листов, утвержденных рабочей группой. В силу специфики различных проектов не все условия достижения уровней готовности могут быть в равной степени применимы. Более того, для некоторых проектов могут быть рекомендованы более релевантные условия. Для отражения этого и обеспечения гибкости методики в нее заложен механизм адаптации условий достижения, который производится рабочей группой, сформированной для целей проведения оценки.

Первичная оценка (самооценка) проводится разработчиком технологии/продукта. Итоговую оценку поводит рабочая группа с привлечением экспертов.

Первичная оценка (самооценка разработчика)

Первичная оценка уровней готовности проекта по каждому элементу (системе) проводится разработчиками самостоятельно (самооценка) в отведенные рабочей группой сроки с представлением обоснований достижения уровня по каждому требованию в формате чек-листов путем предоставления подтверждающих документов.

В соответствии с методикой консервативной оценки, сложному комплексному продукту присваивается самый низкий из уровней готовности входящих в него элементов, что позволяет определить критические технологии, требующие улучшения для перехода комплексного продукта на следующий уровень готовности. В соответствии с этим подходом каждому продукту/элементу комплексного продукта присваивается индивидуальный уровень готовности.

Результаты самооценки направляются в рабочую группу для экспертизы и формирования предложений по корректировке критериев достижения уровней на заседании группы (если это необходимо).

Порядок оценки уровней готовности на рабочей группе

Рабочая группа проводит экспертное рассмотрение самооценок и выносит заключение об уровне готовности продукта на заседании в очном формате (с возможностью очной дискуссии по итоговому решению), поскольку обмен мнениями и информацией о наличии подтверждающих документов непосредственно в процессе обсуждения может существенно влиять на итоговое решение.

Также рабочая группа заслушивает доклады разработчиков продуктов с обоснованием поставленных оценок по всем продуктам/критическим элементам комплексных продуктов, и после этого приступает к процедуре финальной оценки.

После докладов разработчиков по результатам самооценки эксперты обсуждают представленные оценки, включая предложения по самооценке, и предлагают свои варианты оценки с обоснованием и ссылками на конкретные достижения науки и техники, эксперименты, лабораторные результаты, конструкции оборудования и другие факты, известные эксперту по каждому обсуждаемому продукту/технологии, отраженному в документах.

По результатам обсуждения первоначальные оценки по каждому продукту/элементам комплексного продукта уточняются, и формируется единая оценка по элементу/комплексному продукту. Единая оценка по продукту/элементу обсуждается и согласовывается экспертами, участвующими в заседании по правилу, изложенному далее.

Обсуждение начинается с оценки достижения минимального уровня готовности, коллегиально определенного рабочей группой априори как достигнутому.

Определяется усеченное до первого десятичного знака среднее арифметическое оценок экспертов по всем критериям.

Уровень признаётся достигнутым, если выполнены оба нижеследующих условия:

- условие 1: усеченная усредненная оценка всех экспертов по каждому из требований данного уровня не ниже 1,0;
- условие 2: усеченная усреднённая оценка всех экспертов по всем требованиям данного уровня не ниже 1,5.

Примеры оценки приведены в *таблице 1*. По результатам оценки определено, что уровень готовности продукта составляет N. Уровень N+1 не достигнут ввиду невыполнения условия 1 для требования номер 5 и условия 2 для суммарной оценки. При этом достаточно невыполнения хотя бы одного из названных выше условий.

В *таблице 1* по горизонтали приведены номера требований/шагов из чек-листа для подтверждения рассматриваемого уровня готовности. В данном случае всего 9 требований (не путать с уровнями TRL). По вертикали буквами обозначены эксперты от «А» до «К». Эксперты по результатам обсуждения выставили оценки:

«0» – критерий не выполняется на основе имеющейся у эксперта информации, аргументированной, не обязательно документированной;

«1» – по мнению эксперта критерий выполняется, но он не может подтвердить своё мнение документированной информацией;

«2» – критерий выполняется, что подтверждено документированной информацией.

«В» – воздержался (прочерк) – эксперт не располагает достоверной информацией или компетенциями в отношении данного критерия.

Порядок оценки на рабочей группе предусматривает активное взаимодействие экспертов при обсуждении наличия и достаточности представленных документальных подтверждений достижения уровня готовности. Эксперты, обладающие достоверной информацией, могут и должны представить доказательства и повлиять на мнение тех экспертов, которые в силу недостаточной информации придерживались консервативной или излишне оптимистичной оценки.

При определении факта достижения рассматриваемого уровня готовности N рабочая группа переходит к рассмотрению следующего по номеру уровня N+1.

Таблица 1

**Пример оценки степени достижения уровня готовности N
(пример итоговой таблицы)**

УРОВЕНЬ N	Номер требования/шага для данного уровня									
Эксперт/Требование	1	2	3	4	5	6	7	8	9	среднее по строкам
А	0	1	2	1	2	В	1	2	2	1,50
Б	1	2	1	1	2	В	2	2	1	1,43
В	2	0	1	2	2	1	1	2	2	1,46
Г	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1,92
Д	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1,07
Е	1	2	2	2	2	2	1	2	1	1,75
Ж	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1,93
З	В	0	1	В	1	1	2	1	В	0,92
И	В	В	1	В	1	2	1	1	В	1,20
К	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1,94
Среднее по столбцам	1,38	1,44	1,5	1,63	1,7	1,63	1,5	1,7	1,38	1,51
Вывод: уровень достигнут										

УРОВЕНЬ N+1	Номер требования/шага для данного уровня									
Эксперт/Требование	1	2	3	4	5	6	7	8	9	среднее по строкам
А	0	1	1	1	2	В	1	2	1	1,25
Б	1	1	1	1	0	В	1	2	1	1,14
В	0	0	1	2	1	1	1	2	1	1,15
Г	2	2	2	2	1	1	2	2	1	1,75
Д	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0,86
Е	1	2	2	2	1	0	1	2	1	1,56
Ж	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1,93
З	В	0	1	В	0	1	1	1	В	0,75
И	В	В	1	В	1	1	1	1	В	1,10
К	2	2	2	2	0	1	2	2	1	1,75
Среднее по столбцам	1,13	1,11	1,4	1,63	0,9	1	1,3	1,7	1	1,32
Вывод: уровень не достигнут										

(не выполнено требование номер 5 и критерий общего среднего по экспертам)

Рассмотрение завершается при определении факта недостижения рассматриваемого уровня готовности N+1. Достигнутым считается предыдущий уровень готовности N.

В отдельных случаях по аргументированному требованию одного или нескольких экспертов процесс оценки может быть продолжен на уровень N+2.

Для комплексных продуктов интегральный уровень готовности определяется по минимальному уровню готовности входящих в него элементов, на которые была проведена декомпозиция.

В итоговом протоколе рабочей группы по результатам оценки каждого продукта в отдельности приводятся оценки на всех этапах

Таблица 2

Перечень подтверждающих достижение уровня готовности документов

Уровень N	Выдержка из документа	Ссылка на полный документ	Комментарий в случае отсутствия ссылки или ограниченности доступа к информации
Шаг/требование/условие XN.1*	Текстовый формат или pdf с возможностью поиска**	Формат: текст	
Шаг/требование/условие XN.2			
Шаг/требование/условие XN.3			
Шаг/требование/условие XN.4			
...			

Примечание:

* XN.1 – X-индекс метрики уровня готовности; N – оцениваемый уровень готовности, 1 – номер шага/требования/условия.

** конвертированный из формата doc pdf файл.

без привязки оценок к конкретным экспертам (оценка эксперта «А», «Б», «В» и др.), а также ссылки на источники информации, которые предоставили разработчики и/или на которых основывается позиция экспертов.

К итоговому протоколу прилагается перечень подтверждающих документов (таблица 2). Для достигнутого уровня готовности N приводятся выдержки и ссылки на полный текст подтверждающих документов по каждому критерию.

Управление портфелем

В случае управления портфелем инновационных проектов проведенная оценка уровня готовности идентифицирует индивидуальные риски для каждого проекта. Исходя из этих рисков, проводится ранжирование проектов и определение группы лидеров, на поддержку которых следует сосредоточить ресурсы, имеющиеся для реализации портфеля инновационных проектов/НИОКР.

Помимо уровня готовности важным элементом является динамика изменения этого уровня. Проект имеет компетентную команду и эффективное управление при условии хорошей динамики увеличения уровня готовности.

Верно и обратное: если проект заморозился на одном уровне готовности, то, скорее всего, либо предлагаемое технологическое решение, либо команда не имеет перспектив коммерциализации. В обоих случаях решение менеджмента об инвестициях в этот проект будет обладать повышенным риском.

Для инновационных проектов, прошедших оценку, идентифицируются проблемные зоны и точки роста уровня готовности конкретно по каждому ПИНГ с целью последующего формирования плана первоочередных мероприятий по преодолению рисков развития проекта и принятия организационных решений. Фактически это означает адаптацию плана работ и, возможно, трансформацию ценностного предложения под актуализированные потребности рынка, что вызовет перераспределение ресурсов проекта и, возможно, приоритетов финансирования проектов портфеля в целом.

Заключение

Изложенные в статье методические принципы бережливого НИОКР и практика их использования для объективного измерения уровня готовности инновационного продукта/проекта к коммерциализации опробованы авторами для параметров TRL, CRL, MRL в НИОКР различных технологических/предметных направлений, в том числе при разработке инженерного программного обеспечения.

Результаты применения показывают значительный рост доли поддерживаемых заказчиками для дальнейшего финансирования проектов при условии применения принципов бережливого НИОКР.

Значительная часть разработчиков инновационных проектов отмечает позитивное влияние принципов бережливого НИОКР на все стадии проекта от формирования ценностного

предложения до бизнес-схем коммерциализации. Отмечается упрощение планирования и управления проектом, более точное и конкретное распределение ресурсов, прозрачное построение стратегии обращения с интеллектуальной собственностью.

Результаты использования полного набора параметров ПИНГ будут изложены в следующих статьях.

Авторы не претендуют на отсутствие в данной статье дискутируемых положений, но надеются, что изложенные предложения будут полезны для читателей, которые заинтересованы в поиске решений по повышению эффективности исследований и разработок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сартори А.В., Сушков П.В., Манцевич Н.М. (2018) Школа бережливого НИОКР: практика подготовки исследователей в вузе с использованием грантов эндаумент-фонда // Высшее образование сегодня. № 7. С. 2–9.
2. Сартори А.В., Гареев А.Р., Ильина Н.А., Манцевич Н.М. (2020) Применение подхода уровней готовности для различных предметных направлений в бережливом НИОКР // Экономика науки. Т. 6. № 1–2. С. 118–134.
3. Сартори А.В., Ильина Н.А., Манцевич Н.М. (2019) Концепция оценки потенциала коммерциализации результатов исследований и разработок // Высшее образование сегодня. № 6. С. 11–24.
4. 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.
5. Mankins J.C. (1995) Technology readiness levels / Artemis Innovation. http://www.artemisinnovation.com/images/TRL_White_Paper_2004-Edited.pdf.
6. DOE (2015) / National Energy Technology Laboratory-2015/1710. Technology Readiness Assessment – Clean Coal Research Program. 144 p.
7. Technology Readiness Assessment (TRA) Deskbook (2011) / United States Department of Defense. https://www.skatelescope.org/public/2011-11-18_WBS-SOW_Development_Reference_Documents/DoD_TRA_July_2009_Read_Version.pdf.
8. The TRL Scale as a Research & Innovation Policy Tool (2014) / EARTO Recommendations. http://www.earto.eu/fileadmin/content/03_Publications/The_TRL_Scale_as_a_R_I_Policy_Tool_-EARTO_Recommendations_-_Final.pdf.
9. ГОСТ 15.101–98 (1998) Система разработки и постановки продукции на производство. Порядок выполнения научно-исследовательских работ / Техэксперт. <http://docs.cntd.ru/document/gost-15-101-98>.
10. ГОСТ Р 57194.3–2016 (2016) Трансфер технологий. Технологический аудит / Техэксперт. <http://docs.cntd.ru/document/1200141166>.
11. ГОСТ Р 56862–2016 (2016) Система управления жизненным циклом. Разработка концепции изделия и технологий. Термины и определения / Техэксперт. <http://docs.cntd.ru/document/1200132492>.
12. ГОСТ Р 15.902–2014 (2014) Система разработки и постановки продукции на производство (СРПП) / Техэксперт. <http://docs.cntd.ru/document/1200114167>.
13. ГОСТ Р 56861–2016 (2016) Система управления жизненным циклом. Разработка концепции изделия и технологий / Техэксперт. <http://docs.cntd.ru/document/1200132491>.
14. ГОСТ Р 58048–2017 (2016) Трансфер технологий. Методические указания по оценке уровня зрелости технологий / Техэксперт. <http://docs.cntd.ru/document/1200158331>.
15. Majerus N. (2018) Lean Principles Apply to Fuzzy R&D Too / Lean. <https://www.lean.org/leanpost/Posting.cfm?LeanPostId=849>.
16. Thomke S., Reinertsen D. (2012) Six Myths of Product Development // Harvard Business Review. <https://hbr.org/2012/05/six-myths-of-product-development>.
17. Сазерленд Дж. (2016) Scrum. Революционный метод управления проектами / М.: Манн, Иванов и Фербер. 272 с.

REFERENCES

1. Sartori A.V., Sushkov P.V., Mantsevich N.M. (2018) Lean R&D School: the practice of training researchers at a university using grants from the Endowment Fund // Higher Education Today. № 7. P. 2–9.
2. Sartori A.V., Gareev A.R., Ilyina N.A., Mantsevich N.M. (2020) Application of the approach of readiness levels for various subject areas in lean R&D // The Economics of Science. Vol. 6. № 1–2. С. 118–134.

3. 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. P. 11–25.
4. 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.
5. Mankins J.C. (1995) Technology readiness levels / Artemis Innovation. http://www.artemisinnovation.com/images/TRL_White_Paper_2004-Edited.pdf.
6. DOE (2015) / National Energy Technology Laboratory-2015/1710. Technology Readiness Assessment – Clean Coal Research Program. 144 p.
7. Technology Readiness Assessment (TRA) Deskbook (2011) / United States Department of Defense. https://www.skatelescope.org/public/2011-11-18_WBS-SOW_Development_Reference_Documents/DoD_TRA_July_2009_Read_Version.pdf.
8. The TRL Scale as a Research & Innovation Policy Tool (2014) / EARTO Recommendations. http://www.earto.eu/fileadmin/content/03_Publications/The_TRL_Scale_as_a_R_I_Policy_Tool_-EARTO_Recommendations_-_Final.pdf.
9. GOST 15.101–98 (1998) System for the development and putting products into production. The order of the implementation of research work / Tekhekspert. <http://docs.cntd.ru/document/gost-15-101-98>.
10. GOST R57194.3–2016 (2016) Technology transfer. Technological audit / Techexpert. <http://docs.cntd.ru/document/1200141166>.
11. GOST R56862–2016 (2016) Life cycle management system. Product and technology concept development. Terms and definitions / Tekhekspert. <http://docs.cntd.ru/document/1200132492>.
12. GOST R15.902-2014 (2014) System for the development and putting products into production (SRPP) / Tekhekspert.. <http://docs.cntd.ru/document/1200114167>.
13. GOST R56861–2016 (2016) Life cycle management system. Development of the concept of the product and technology / Techexpert. <http://docs.cntd.ru/document/1200132491>.
14. GOST R58048–2017 (2016) Technology transfer. Guidelines for assessing the maturity level of technology / Tekhekspert. <http://docs.cntd.ru/document/1200158331>.
15. Majerus N. (2018) Lean Principles Apply to Fuzzy R&D Too / Lean. <https://www.lean.org/leanpost/Posting.cfm?LeanPostId=849>.
16. Thomke S., Reinertsen D. (2012) Six Myths of Product Development // Harvard Business Review. <https://hbr.org/2012/05/six-myths-of-product-development>.
17. Sutherland J. (2016) Scrum. The revolutionary method of project management / M.: Mann, Ivanov and Ferber. 272 p.

UDC 338.28

Sartori A.V., Sushkov P.V., Mantsevich N.M. *The principles of lean research and development management based on the methodology of the innovation project readiness levels* (JSC «Science and Innovations», Staromonetnyj lane, 26, Moscow, Russia, 119180)

Abstract. The approach of lean management of innovative research and development (BIIR) is presented, a significant part of which is a systematic objective assessment of the level of readiness of the project for commercialization. The role of the research executives and the independent working group (TRL-committee) in the implementation of the BIIR principles is shown, practical formats for expert assessment of development readiness levels are given.

Keywords: innovative project, lean R&D, lean R&D, commercialization, market pull approach, technology push approach, TPRL, PING readiness levels, assessment of the openness level of the OUGP / TRA project.