

Перспективные подходы к планированию и оценке НИОКР

Одна из ключевых задач научно-инновационной сферы Республики Беларусь – выполнение исследований и разработок, нацеленных на создание новых видов товаров, работ, услуг и технологий, практическое применение которых обеспечит достижение максимального социально-экономического эффекта. Как показывает мировой опыт, для этого необходима реализация соответствующих организационно-экономических подходов, обуславливающих рациональное планирование и оценку результатов.



Антон Калинин,
завсектором фундаментальных
и прикладных исследований
Научно-технологического парка
БНТУ «Политехник», кандидат
экономических наук

В нашей стране данный процесс регулируется Техническим кодексом установившейся практики ТКП 626-2018 (33150) «Порядок разработки и постановки продукции на производство», который предполагает следующие этапы [1]:

- обоснование и формирование технических требований;
- составление технического задания;
- проведение опытно-конструкторских (опытно-технологических) работ, включая подготовку конструкторской и технологической документации; изготовление опытных образцов и их испытание; доработка рабочей конструкторской документации опытного образца (при необходимости); приемка результатов работ;

- постановка на производство (изготовление установочной серии, проведение квалификационных испытаний).

Стоит отметить, что данный подход в целом соответствует мировой практике, однако все большее распространение получают альтернативные методы прогнозирования и определения результативности процессов создания новой продукции и технологий. Один из них связан со шкалой уровня их готовности (TRL), разработанной Национальным управлением по аэронавтике и исследованию космического пространства США (NASA) в 1970–1980-х гг. в качестве инструмента оценки «зрелости» новых решений для аэрокосмической отрасли. Параллельно ставилась задача сравнить

отдельные технологии на предмет их готовности к практическому внедрению. В 1990-х гг. шкала TRL была доработана и в дальнейшем получила распространение в США и Западной Европе, в том числе в рамках международных научно-технических программ и проектов.

В настоящее время она внедряется в странах ЕАЭС. Так, в Российской Федерации определение уровня готовности технологий – неотъемлемая составляющая процесса их трансфера, что установлено национальным стандартом (ГОСТ Р 57194.1–2016 «Трансфер технологий. Общие положения») [2]. В Республике Казахстан с помощью шкалы оцениваются заявки на финансирование проектов за счет средств бюджета и целевых фондов [3], а полученные результаты – на предмет их готовности к введению в гражданский оборот.

Можно выделить следующие концептуальные предпосылки, на которых базируется шкала TRL:

- исследования и разработки выполняются в целях создания новых товаров, работ и услуг;

- новшество предполагает последовательное (линейное) осуществление отдельных этапов работ;
- результаты исследований и разработок можно объективно разделить на 9 уровней.

Принято считать, что шкала TRL имеет следующие основные преимущества, обуславливающие ее широкое распространение в мировой практике [4]: возможность сопоставления между собой различных технологий на предмет готовности к производству продукции; планирование этапов их продвижения, а также требований к результатам внедрения; сопоставление инноваций, относящихся к различным областям науки и техники; адаптация под специфические особенности

отдельных отраслей и предприятий [5] (табл. 1).

Степень готовности технологии в соответствии с представленной системой определяется на основании анализа результатов исследований и разработок, в качестве которых принято рассматривать акты (протоколы) и программы (методики) испытаний, опытные (экспериментальные) образцы и макеты, стадии составления конструкторской, технологической и иной документации, наличие публикаций в рецензируемых научных изданиях, созданные объекты права промышленной собственности и др. Предусмотрена возможность уточнения (конкретизации) содержания каждого из уровней, поскольку различные области науки и техники имеют

свою специфику. Берутся в расчет также особенности функционирования организации, на базе которой ведется разработка технологии или планируется ее внедрение.

Стоит отметить, что применение шкалы TRL имеет ряд ограничений:

- недостаточный учет необходимости преодоления проблемных вопросов на различных этапах жизненного цикла технологии;
- предполагается, что процесс разработки носит последовательный (линейный) характер;
- в ряде случаев содержание уровней готовности подлежит корректировке в соответствии с особыми условиями отраслей или предприятий;
- шкала предназначена для экспертизы только одной технологии;
- ключевые критерии не учитывают производственные особенности, организационную готовность и маркетинговую подготовку;
- не оцениваются качественные параметры и конкурентоспособность технологии.

Для нивелирования указанных недостатков предусматривается совмещение TRL со шкалами [6, 8], нацеленными на проверку уровня готовности:

- производства (его конструкторское и технологическое состояние, соблюдение требуемых количественных и качественных параметров продукции, целевой себестоимости);
- системы (анализ возможностей использования отдельных технологий и их компонентов в составе единого комплекса);

Уровень шкалы TRL	Содержание
TRL 1	Определение фундаментальных принципов, на базе которых будет создаваться и внедряться технология; теоретическое обоснование ключевой идеи
TRL 2	Обоснование целесообразности и возможности воплощения технологии; проведение моделирования для расчета эффективности ее использования для решения прикладных (технических) задач; проработка концепции инновации, включая сферы применения
TRL 3	Получение подтверждения реализуемости технологии, ее функционала и/или характеристик на основе результатов экспериментов и аналитических исследований; расчетное и/или экспериментальное (лабораторное) обоснование эффективности технологии, демонстрирующее ее работоспособность в экспериментальной среде на мелкомасштабных моделях
TRL 4	Испытания макетов в лабораторных условиях, демонстрирующих совместимость (интеграцию) технологии с иными техническими решениями
TRL 5	Испытания макетов в контролируемой среде; оценка совместимости (интеграции) с иными техническими решениями в условиях, близких к эксплуатационным
TRL 6	Испытания прототипа в контролируемых условиях, близких к эксплуатационным, подтверждающие реализуемость и эффективность технологии, а также ее совместимость; подготовительные работы по выводу новшества на рынок
TRL 7	Испытания прототипа в условиях реальной эксплуатации; предварительные работы по выводу продукции на рынок; принятие решения о целесообразности организации серийного производства
TRL 8	Работы по формированию и сертификации системы производства; тестирование конечного продукта в условиях реальной эксплуатации в сочетании с иными технологиями системы производства
TRL 9	Организация системы производства в соответствии с заданными параметрами, реализация технологии в реальных условиях эксплуатации

Таблица 1. Содержание уровней готовности технологий согласно шкале TRL

Источник: составлено на основе [2, 6, 7]

- интеграции (оценка совместимости новой технологии с другими в составе единого комплекса, включая наличие механизмов взаимодействия (интерфейсов);
- инженерной составляющей (научные и инженерные компетенции);
- организационной части (меры поддержки и сопровождения разработки и производства как внутри организации, так и с участием внешних контрагентов);
- рыночной, включая коммерциализацию (анализ перспек-

тив, включая установление устойчивых связей (в том числе обратных) с потребителями, идентификация конкурентов, формирование ценовой политики);

- рассмотрение рисков и преимуществ (выявление критических факторов успеха, очевидных конкурентных плюсов объекта, охрана интеллектуальной собственности и оценка патентной ситуации).

Среди указанных метрик особой значимостью обладают шкалы уровня готовности производства и

интеграции, которые позволяют не только аттестовать разработку, но и выявить степень ее готовности к введению в гражданский оборот, а также совместимости с другими объектами, функционирующими в рамках сложных производственных систем (табл. 2).

Внедрение шкалы TRL в Беларуси с учетом наличия значительного зарубежного опыта применения, в том числе в странах ЕАЭС, перспективно с целью организации исследований и разработок, направленных на создание новых видов продукции. ■

Уровень шкалы TRL	Уровень готовности производства	Уровень готовности интеграции
TRL 1	Установлены основные факторы, влияющие на производство	Интерфейс между технологиями представлен с детализацией, достаточной для дальнейшего проектирования взаимодействия
TRL 2	Определена концепция производства	Предложена спецификация, характеризующая взаимодействие между технологиями через интерфейс
TRL 3	Подтверждена производственная концепция	Достигнута совместимость технологий, позволяющая обеспечить их упорядоченную и эффективную интеграцию и взаимодействие
TRL 4	Изготовление технических средств в лабораторных условиях	Обеспечено качество взаимодействия и гарантируется интеграция между технологиями
TRL 5	Имеются предпосылки для изготовления прототипов компонентов систем в соответствующих производственных условиях	Реализован достаточный уровень управления технологиями, чтобы устанавливать, поддерживать и прекращать взаимодействие
TRL 6	Осуществлен выпуск прототипов систем или подсистем	Интегрируемые технологии могут принять, преобразовать и структурировать информацию по назначению
TRL 7	Созданы условия для изготовления систем, подсистем или их компонентов в условиях, близких к реальным Испытана пилотная производственная линия, достигнута готовность к началу мелкосерийного производства	Интеграция технологий была проверена и испытана с достаточной для использования степенью детализации
TRL 8	Успешно продемонстрирована возможность мелкосерийного производства, подготовлена база для полномасштабного производства	Реальная интеграция завершена и проверена испытаниями и демонстрацией в составе системы
TRL 9	Организовано полномасштабное производство, внедрена практика бережливого производства	Проверена интеграция

Таблица 2. Основное содержание метрик, дополняющих шкалу TRL

Источник: составлено на основе [6, 8]

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Порядок разработки и постановки продукции на производство: ТКП 626-2018 (33150). Введ. 16.10.2019. – Минск, 2018.
2. Трансфер технологий. Общие положения: ГОСТ Р 57194.1-2016. Введ. 31.10.2016. – М., 2016.
3. Об утверждении Методики определения уровня технологической готовности (TRL) научных организаций и исследовательских университетов и их разработок: приказ Комитета науки МНВО РК №112-НЖ от 18.07.2023 г. // Комитет науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан // <https://www.gov.kz/memleket/entities/science/documents/etails/496205?lang=ru>.
4. Комаров А.В. Модель комплексной оценки технологической готовности инновационных научно-технологических проектов / А.В. Комаров, А.Н. Петров, А.В. Сартори // Экономика науки. 2018. Т. 4, №1. С. 47–57.
5. Калинин А.Ю. Сравнение концептуальных подходов к организации разработки и производства новой продукции / А.Ю. Калинин // Новые горизонты – 2021: сб. материалов VIII Белорус.-кит. молодеж. инновац. форума. Минск, 11–12 нояб. 2021 г.: в 2 т. / БНТУ. – Минск, 2021. Т. 2. С. 149–151.
6. Трансфер технологий. Методические указания по оценке уровня зрелости технологий: ГОСТ Р 58048-2017. Введ. 29.12.2018. – М., 2018.
7. The TRL Scale as a Research & Innovation Policy Tool, EARTO Recommendations // https://www.earto.eu/wp-content/uploads/The_TRL_Scale_as_a_R_I_Policy_Tool_-_EARTO_Recommendations_-_Final.pdf.
8. Петров А.Н. Комплексная оценка состояния научно-технических проектов через уровень готовности технологий / А.Н. Петров, А.В. Сартори, А.В. Филимонов // Экономика науки. 2016. Т. 2, №4. С. 244–260.