



МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ГОТОВНОСТИ ИННОВАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Д.Е. Баксултанов*¹ , Н.А. Курманов² , Вэй Фэн³ 

^{1,2}Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

³Северо-западный университет A&F, г. Синьян, Китай

E-mail: ¹baksultanov@gmail.com, ²Kurmanov_NA@enu.kz, ³weifeng@nwfufu.edu.cn

Аннотация. *Цель* – исследовать существующие подходы к оценке состояния развития научно-технического и инновационного потенциала регионов и кластеров, а также разработать авторскую методику оценки уровня готовности инновационных систем. *Методы* – сравнительный анализ, абстрактно-логический и системный подходы к исследованию методик оценки инновационного развития. *Результаты* – выявлены ключевые преимущества и особенности применяемых методик, а также их ограничения, затрудняющие практическое использование. Установлено, что в настоящее время отсутствует универсальная методика оценки уровня развития инновационных систем. Подходы, основанные на интегральных индексах, не обеспечивают комплексной оценки зрелости таких систем. В статье предложена авторская методика оценки уровня готовности инновационных систем, интегрирующая инструмент TRL и учитывающая специфику взаимодействия участников инновационной экосистемы. Предлагаемый подход позволяет проводить комплексный анализ зрелости инновационной среды, выявлять узкие места в процессах коммерциализации технологий и повышать обоснованность управленческих решений в сфере инновационного развития. *Выводы* – разработанная методика обеспечивает возможность оценки состояния инновационных систем как на национальном, так и на региональном (локальном) уровнях, а также может быть адаптирована с учетом отраслевой специфики при формировании кластеров.

Ключевые слова: инновации, инновационная система, инновационная политика, методика, управление технологиями, уровень технологической готовности.

Введение

В современных условиях инновации являются ключевым фактором экономического развития. Их влияние выражается в создании наукоемких продуктов и услуг, внедрении новых производственных методов, а также в обеспечении устойчивого роста и декарбонизации экономики. Для эффективного появления,

Received 28.05.2025. Revised 20.08.2026. Accepted 20.05.2026. Available online 30.09.2026

*Corresponding author

распространения и внедрения инноваций необходима благоприятная среда, включающая регуляторные механизмы, стимулирующие меры, инструменты поддержки, развитую инфраструктуру и инновационную культуру. Все эти элементы формируют инновационную систему, которая представляет собой сеть взаимодействий, направленную на оптимальное использование имеющихся ресурсов. Качество работы инновационной системы определяется уровнем инновационной активности, который, в свою очередь, зависит от эффективности управления ее развитием. В связи с этим возникает необходимость разработки методического подхода для оценки состояния и динамики инновационных систем.

Одним из ключевых нововведений нового Закона Республики Казахстан стало введение понятия «уровень готовности технологий», под которым понимается оценка степени разработанности и завершенности этапа научных исследований. Предполагается, что такая оценка будет проводиться в рамках государственной научно-технической экспертизы научных и научно-технических проектов и программ, представленных на конкурс по грантовому и программно-целевому финансированию, а также в процессе коммерциализации результатов научной и (или) научно-технической деятельности.

Кроме того, закон предусматривает оценку состояния материально-технических и кадровых ресурсов субъектов научной и (или) научно-технической деятельности. Данная оценка будет осуществляться на основе методики определения уровня технологической готовности организаций в ходе их аккредитации.

10 января 2025 года приказом Министра науки и высшего образования РК № 8 была утверждена Методика определения уровней готовности технологий и технологической готовности организаций. Несмотря на то, что в данном документе подробно описаны уровни технологической готовности по различным отраслям науки, определены индикаторы и перечень показателей результативности, он не охватывает методологию оценки готовности инновационной инфраструктуры и инновационной системы в целом. Это оставляет открытым вопрос о комплексной оценке условий, необходимых для успешной реализации и внедрения новых технологий.

Обзор литературы

Оценка зрелости предпринимательских экосистем основывается на таких показателях, как законодательство и политика, мотивация к предпринимательской деятельности, предпринимательский рециклинг, доступность информации, культура и образование, человеческий капитал, финансовая и IT-инфраструктура, а также рыночный потенциал региона (Isenberg, 2011). При этом концепция экосистем остается недостаточно формализованной методологически: во многих исследованиях ограничиваются перечислением индикаторов без анализа причинно-следственных связей, а институциональные и социальные факторы часто игнорируются, что ведет к рискам ошибок в управленческих решениях. Отмечается необходимость разработки новых подходов, учитывающих институциональные и социальные аспекты развития экосистем (Tolstykh et al., 2021).

Необходимость оценки состояния инновационных экосистем в контексте устойчивых инноваций подчеркивается в работе (Liu & Stephens, 2019), где отмечается недостаточная теоретическая и методологическая проработанность данного направления, особенно на уровне моделей «четверной» и «пятерной спирали». Авторы указывают на потребность в формализованных показателях и KPI, учитывающих институциональные и социокультурные факторы (доверие, культура взаимодействия). На основе анализа литературы и кейс-стадий ими предложена концептуальная модель взаимосвязи инноваций и устойчивости, которая, по их мнению, требует дальнейшей эмпирической проверки и количественной валидации.

В работе (Тузубекова и др., 2024) проведен анализ существующих подходов к определению уровня развития инновационного потенциала регионов. Авторы отмечают, что большинство методов измерения и оценки уровня инновационного развития ориентировано на национальный или межрегиональный уровень. Ими предложен инструмент оценки и ранжирования регионов, основанный на совокупности индикаторов инновационного потенциала, включая инновационную активность и инновационное восприятие.

В статье (Brown & Mason, 2014) подчеркивается, что, несмотря на наличие различных методик оценки состояния региональных инновационных систем, в большинстве случаев они сводятся к построению интегральных индексов, тесно связанных с РИС, тогда как унифицированной методики их комплексной

оценки не существует.

Отдельный блок исследований посвящен инструменту Technology Readiness Level (TRL), представляющему собой 9-уровневую шкалу, позволяющую определить стадию развития технологии – от первоначальной научной идеи до ее практического применения. Концепция TRL была разработана NASA в середине 1970-х годов для оценки готовности технологий в космической отрасли и впоследствии получила широкое распространение в других секторах – энергетике, химической инженерии, биотехнологиях, оборонной промышленности. В последние годы TRL используется и Европейской комиссией для оценки исследовательских проектов в рамках программы Horizon 2020 (Horizon 2020 Work Programme, 2020).

Попытка связать применение TRL с оценкой и развитием инновационной системы предпринята в работе (Петров и др., 2016), где этот подход рассматривается как механизм отбора и продвижения зрелых технологий. Авторы отмечают, что интеграция TRL в систему управления инновациями позволяет не только оптимизировать распределение ресурсов и сконцентрировать усилия на решении ключевых технологических задач, но и формировать интегрированную инновационную экосистему, обеспечивающую последовательное повышение зрелости технологий и эффективность их трансфера.

Таким образом, проведенный анализ литературы показывает, что, несмотря на наличие различных подходов к оценке предпринимательских и инновационных экосистем, а также элементов инновационной инфраструктуры, на сегодняшний день отсутствует унифицированная методика оценки состояния национальных и региональных инновационных систем. Настоящее исследование является одной из попыток предложить новый подход к оценке готовности инновационных систем с использованием инструмента TRL.

Методы исследования

Методология TRL использует шкалу от 1 до 9 для определения степени зрелости технологии. В 1-таблице представлены уровни технологической готовности (адаптированные из оригинальной шкалы NASA), где уровень 1 соответствует начальному этапу исследований, а уровень 9 обозначает полностью готовую к коммерческому применению технологию. Эти уровни последовательно отражают весь жизненный цикл разработки – от фундаментальных исследований и экспериментальных испытаний до финальной стадии коммерциализации и масштабного внедрения.

Таблица 1 – Уровни технологической готовности

Фаза	Уровни TRL	Этапы исследований
Масштабирование	TRL-9	Коммерциализация, серийное производство
	TRL-8	Финальный прототип (pre-production), готовый к опытной/малой серии
	TRL-7	Пилотные/полевые испытания и тесты прототипов
Разработка	TRL-6	Первый прототип
	TRL-5	Этап конструирования узлов и модулей
	TRL-4	Лабораторный прототип (proof of concept)
Фаза научных исследований	TRL-3	Разработка базовой технологии в лабораторных условиях
	TRL-2	Техническая проработка, формирование концепта
	TRL-1	Идея

Примечание: составлено на основе источника (Horizon 2020 Work Programme 2016–2017, 2020)

Этот инструмент, зародившийся как единый метод оценки технологий, расширился до комплексных решений, т.е. набора параметров, характеризующих ценность продукта (технологии). Так, наряду с методикой TRL, также могут использоваться и другие инструменты, позволяющие оценить следующие уровни:

- инженерной готовности;
- производственной готовности (готовности инфраструктуры);
- операционной готовности;
- преимуществ и рисков;
- рыночной готовности (Петров и др., 2020).

Несмотря на универсальность TRL как инструмента оценки готовности технологии, он не учитывает возможность ее трансформации в инновацию. Под инновацией при этом понимается совокупность факторов, обеспечивающих применимость технологического решения в производственном процессе.

Основные преимущества шкалы TRL:

- обеспечивает общее представление уровня развития предлагаемой технологии, что упрощает понимание;
- позволяет сравнивать схожие технологии;
- помогает улучшить управление рисками на ранних этапах разработки продукта (дает адекватное представление о потенциальном риске);
- упрощает процесс принятия решений, связанных с финансированием проекта (понимание различных уровней дает четкую картину этапа НИОКР);
- шкала может быть адаптирована под различные отрасли (Корчагина и др., 2019).

Несмотря на вышеперечисленные преимущества, удобство и определенную универсальность инструмента TRL, он предназначен только для оценки технологии. Однако для проведения оценки инновационной системы этого инструмента недостаточно, т.к. TRL не дает возможность понять, насколько технология применима при существующих условиях и инфраструктуре, насколько готовы субъекты инновационной системы к внедрению новой технологии, насколько готов рынок и созданы ли условия для внедрения инновации.

В связи с этим, для оценки готовности участников и инфраструктур был введен инструмент Market Readiness Levels (MRL). MRL позволяет оценить готовность технологии к этапам коммерциализации и ее дальнейшей диффузии на рынок. Этот инструмент основан на шкале от 1 до 5, где 5 должно быть максимальным уровнем готовности к рынку (Силакова, 2021).

Некоторые исследования отмечают случаи, когда технологии с низкими значениями TRL успешно доходили до стадии коммерческого применения, что свидетельствует о том, что данный инструмент не всегда обеспечивает точную оценку. Эта проблема широко распространена в сфере разработки новых технологий (Mason & Brown, 2022).

Как правило, университеты сосредотачиваются на исследованиях на уровнях TRL 1–4, тогда как промышленность в большей степени ориентирована на технологии с TRL 7–9, реже – на TRL 6. В результате уровни TRL 4–6 образуют разрыв между академическими исследованиями и промышленной коммерциализацией. Этот разрыв, известный как «долина смерти», представляет собой критический этап, на котором многие новые технологии достигают TRL 4–6, но не получают дальнейшего развития.

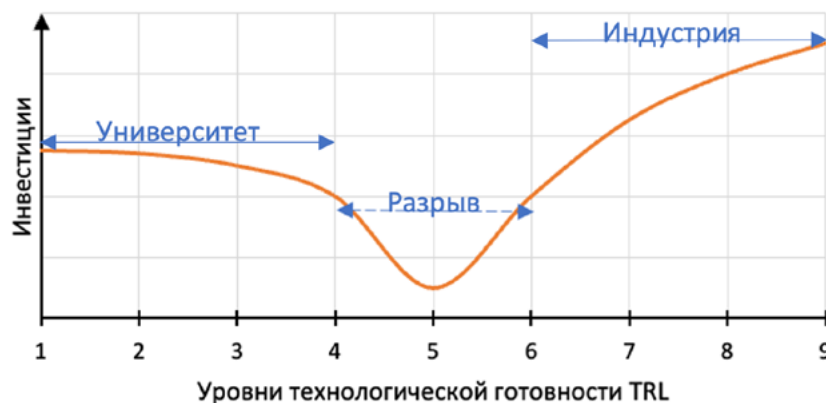


Рисунок 1 – Технологические решения на различных стадиях

Примечание: составлено на основе источника (Rossini, 2022)

Чтобы сохранить конкурентное преимущество, компании часто выпускают продукты на рынок без полноценного тестирования и валидации. Вследствие этого технологии с низкими значениями TRL с высокой вероятностью попадают в «долину смерти» и остаются там без успешного перехода к более высоким уровням готовности (рис. 1) (Rossini, 2022).

Проблема «долины смерти» широко изучалась, и в научной литературе предложено несколько подходов к ее преодолению. В попытке содействовать коммерциализации технологий за последние 50 лет некоторые исследовательские организации сосредоточились исключительно на технологических разработках. К числу наиболее ярких примеров относятся Общество Фраунгофера в Германии и SINTEF в Норвегии. Однако, несмотря на эти усилия, разрыв между академическими исследованиями и промышленным внедрением полностью устранить не удалось (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000).

Дополнительные исследования показывают, что инфраструктура, необходимая для адаптации новых технологий, зачастую оказывается недостаточно развитой, что затрудняет их успешное внедрение. В таких случаях уровень MRL оказывается слишком низким, чтобы обеспечить корректное развитие технологий. Если инфраструктура не успевает адаптироваться за короткий промежуток времени, новые технологии быстро теряют актуальность и исчезают. Этот риск был подробно описан Роджерсом в концепции «фазы пропасти» и позднее включен в модель Gartner Hype Cycle.

Еще одним важным ограничением является то, что инструмент MRL не учитывает системные инновации в полной мере, поскольку не принимает во внимание наличие необходимых элементов инновационной инфраструктуры (Andriushchenko et al., 2022).

Результаты и Обсуждение

В результате проведенного анализа существующих методик и подходов оценки готовности технологий и их возможности для внедрения был предложен новый инструмент, способный оценивать уровень зрелости инновационных систем – Innovation System Readiness Level (ISRL). Этот подход позволит определить готовность экосистемы вокруг новой технологии как на национальном, так и на региональном уровнях.

Основой методики ISRL являются два взаимосвязанных понятия:

Экосистема – сложная сеть участников инновационного процесса, выполняющая роль связующего звена между субъектами и элементами инфраструктуры технологической цепочки. Эффективное развитие экосистемы возможно только при многостороннем взаимодействии всех участников, что способствует формированию устойчивой инновационной среды.

Кооперация участников – взаимодействие поставщиков высокотехнологичных услуг, промышленных предприятий, научных организаций, образовательных учреждений и человеческого капитала. Именно их синергия позволяет инновационным технологиям становиться частью системных изменений и достигать стадии коммерческой реализации.

Для описания ISRL были использованы этапы жизненного цикла инновационных идей, позволяющие соотнести стадии TRL с развитием экосистемы (таблица 2).

Таблица 2 – Основные этапы жизненного цикла инновационных идей

Этап	Описание
Формирование идеи (ideation)	– формирование и развитие культуры инновационного предпринимательства; – повышение осведомленности о важности предпринимательства, мотивация участников посредством гостевых лекций, мастер-классов, семинаров, образовательных программ и т. Д.; – проведение различных конкурсов инновационных идей, Хакатонов, Демо дней и др. тематических мероприятий, направленных на мотивацию и раскрытие творческого потенциала.
Прединкубирование	– разработка бизнес-плана, MVP; – исследования и разработка прототипа; – предварительная валидация и оценка успеха проекта, однако из-за отсутствия охвата и знаний о клиентах на этом этапе обычно отсутствует оценка экономической жизнеспособности идеи продукта.
Инкубирование	– регистрация предприятия; – развитие навыков в областях ведения бизнеса, инновационного предпринимательства, маркетинга и др.; – доработка готового к продаже продукта/технологии/услуги; – внедрение продукта/технологии/услуги; – формирование потока продаж; – запуск маркетинговой кампании.
Постикубирование или акселерация	– акселерация выхода на рынок за счет построения дополнительных каналов продаж; – масштабирование продукта/технологии/услуги; – дальнейшее развитие продукта/технологии/услуги; – интернационализация (региональная и глобальная); – диверсификация портфеля продуктов и услуг.

Примечание: составлено на основе источника (Andriushchenko et al., 2022; Trenkmann, 2023; Frija, 2024).

Таким образом, по итогам проведенного структурирования и группирования выделенных метрик была разработана комплексная методика оценки уровня зрелости инновационных систем (ISRL). Ее уникальность заключается в том, что она интегрирует два концептуальных подхода: метод TRL (Technology Readiness Level), позволяющий определить степень технологической готовности конкретной разработки, и этапы инновационного процесса, описывающие последовательность шагов – от генерации идеи до масштабирования и интернационализации продукта.

Сопоставление этих подходов позволило выйти за рамки оценки только самой технологии и предложить инструмент, отражающий уровень системной зрелости экосистемы, в которой эта технология развивается.

Методика ISRL учитывает, что внедрение инноваций невозможно без поддержки целого ряда инфраструктурных и институциональных элементов: образовательных программ, исследовательских центров, бизнес-инкубаторов, акселераторов, инструментов финансирования и каналов коммерциализации. Каждому этапу инновационного процесса соответствует определенный набор участников и функций экосистемы.

Таблица 3 – Расходы на НИОКР в разрезе видов работ

Расходы на НИОКР по видам работ	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Всего расходы на НИОКР, тыс. тенге	89 028,7	109 332,7	121 560,1	172 585,9	219 669,8	261 491,7
Расходы на научные исследования, тыс. тенге						

Фундаментальные исследования	14 143,7	20 639,8	27 907,1	47 914,1	60 970,5	76 765,7
Прикладные исследования	54 462,3	68 925,7	77 041,6	112 270,9	142 573,0	170 770
Всего расходы на НИР	68 606,0	89 565,5	104 948,7	160 185,0	203 543,5	247 535,7
Опытно-конструкторские работы, тыс. тенге						
Проектно-конструкторские и технологические работы	18 531,5	17 359,8	6 194,6	8 871,7	11 008,1	8 581,9
Изготовление опытных образцов, партий изделий (продукции)	1 384,2	1 940,8	10 056,8	2 950,1	4 114,5	4 502,7
Всего расходы на ОКР	19 915,7	19 300,6	16 251,4	11 821,8	15 122,6	13 084,6
Проектные работы для строительства	507,0	466,6	360,0	579,1	1 003,7	871,3

Примечание: составлено на основании официальных данных Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам РК

Официальные данные Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан (таблица 3) свидетельствуют о выраженной положительной динамике внутренних затрат на НИОКР в период 2020–2025 гг. Общий объем расходов увеличился с 89 028,7 тыс. тенге в 2020 году до порядка 261 492 тыс. тенге в 2025 году, то есть почти в 2,9 раза. Таким образом, положительная динамика финансирования НИОКР, отмечавшаяся в 2020-2024 гг., сохранилась и в 2025 году.

Основной прирост обеспечивается расходами на научные исследования. Затраты на фундаментальные исследования увеличились с 14 143,7 тыс. тенге в 2020 году до 76 765,7 тыс. тенге в 2025 году, то есть более чем в 5,4 раза. Расходы на прикладные исследования за аналогичный период выросли с 54 462,3 тыс. тенге до 170 770,0 тыс. тенге, или более чем в 3,1 раза. В совокупности расходы на научно-исследовательские работы (НИР) в 2025 году составили 247 535,7 тыс. тенге, что соответствует примерно 94,7% общего объема затрат на НИОКР.

Вместе с тем динамика расходов на опытно-конструкторские работы (ОКР) имеет противоположный характер. Если в 2020 году расходы на ОКР составляли 19 915,7 тыс. тенге, то в 2025 году они сократились до 13 084,6 тыс. тенге, или примерно на 34,3%. При этом снижение наблюдается не только в сравнении с 2020 годом, но и по отношению к 2024 году: расходы на ОКР сократились с 15 122,6 тыс. тенге до 13 084,6 тыс. тенге, или примерно на 13,5%.

Динамика отдельных направлений ОКР при этом остается разнонаправленной. Расходы на проектно-конструкторские и технологические работы после существенного сокращения в 2022 году демонстрировали восстановление в 2023-2024 гг., однако в 2025 году вновь снизились до 8 581,9 тыс. тенге. Расходы на изготовление опытных образцов и партий изделий характеризуются более нестабильной динамикой: после значительного увеличения в 2022 году до 10 056,8 тыс. тенге они снизились в 2023 году, а затем восстановились до 4 502,7 тыс. тенге в 2025 году. Вместе с тем данный показатель остается существенно ниже уровня 2022 года.

Особенно показательным является изменение структуры расходов на НИОКР. Если в 2020 году на ОКР приходилось около 22,4% совокупных затрат на НИОКР, то в 2024 году их доля снизилась до 6,9%, а в 2025 году – примерно до 5%. Таким образом, за рассматриваемый период доля ОКР сократилась более чем в 4 раза.

Одновременно доля расходов на НИР увеличилась с 77,0% в 2020 году до 94,7% в 2025 году. Это свидетельствует о дальнейшем усилении структурного перекося в сторону фундаментальных и прикладных исследований при недостаточном финансировании последующих стадий технологического развития, связанных с разработкой, прототипированием, испытаниями и доведением результатов исследований до уровня практического применения.

Расходы на изготовление опытных образцов и партий изделий также не демонстрируют устойчивой положительной динамики. Их доля в общем объеме НИОКР составляла около 1,6% в 2020 году, достигала 4,6% в 2022 году, после чего снизилась и в 2025 году составила около 1,7%. Это указывает на отсутствие устойчивого увеличения финансирования этапов практической апробации и технологической доводки результатов научных исследований.

Таким образом, несмотря на существенный рост общего объема финансирования НИОКР, основная часть дополнительных ресурсов концентрируется на стадии научных исследований, тогда как финансирование ОКР и создания опытных образцов остается ограниченным и нестабильным. Сохраняется разрыв между результатами научных исследований и их последующим технологическим освоением, что соответствует проблематике так называемой «долины смерти», характеризующей переход от ранних стадий технологической готовности (TRL 1-4) к стадиям разработки, апробации и промышленного внедрения (TRL 7-9).

Выявленный структурный дисбаланс свидетельствует о необходимости развития механизмов поддержки и элементов инновационной инфраструктуры, обеспечивающих последовательное продвижение результатов исследований между различными стадиями инновационного процесса – от генерации научных знаний и разработки технологии до создания прототипов, проведения испытаний, коммерциализации и внедрения. Особое значение при этом приобретают инструменты поддержки проектов на стадиях ОКР, прототипирования, опытно-промышленных испытаний и технологической доводки.

В этой связи в рамках исследования предложена методика оценки уровня готовности инновационной системы (Innovation System Readiness Level, ISRL), позволяющая оценивать способность национальных и региональных инновационных систем обеспечивать последовательное продвижение инновационных проектов по основным стадиям инновационного цикла. В отличие от подходов, преимущественно ориентированных на оценку технологической готовности отдельной разработки, ISRL рассматривает инновационную систему как совокупность взаимосвязанных элементов и условий, включая институциональные, организационные, инфраструктурные и кооперационные составляющие, необходимые для перехода инновации от стадии генерации знаний до практического применения.

Применение предлагаемой методики позволяет системно оценивать уровень зрелости национальных и региональных инновационных систем, выявлять существующие «узкие места» и определять приоритетные направления их развития. Таким образом, ISRL может использоваться в качестве инструмента диагностики и стратегического планирования развития инновационной экосистемы.

Исходя из логики инновационного процесса и уровней зрелости инновационной системы, были определены необходимые инструменты поддержки и ключевые элементы инновационной инфраструктуры, соответствующие каждому уровню ISRL (таблица 4).

Уровни ISRL 1–3: прединкубирование

На начальных стадиях происходит формирование инновационной культуры, повышение мотивации к предпринимательской и исследовательской деятельности, развитие навыков генерации идей. Для данного этапа требуются следующие элементы инфраструктуры:

- высшие учебные заведения;
- научные организации и институты;
- центры компетенций;
- лаборатории коллективного пользования;
- коворкинг-центры.

Уровни ISRL 4–6: бизнес-инкубирование

Средний уровень зрелости связан с созданием прототипов и MVP продуктов, формированием первых бизнес-моделей и запуском стартап-компаний. Здесь необходимы следующие инфраструктурные элементы:

- бизнес-инкубаторы;
- опытно-экспериментальные цехи;
- инжиниринговые центры;
- конструкторские бюро;
- технопарки;
- научные парки;

-
- офисы коммерциализации;
 - центры трансферта технологий;
 - краудфандинг-платформы.

Уровни ISRL 7–9: акселерация и масштабирование

На высшем уровне инновационный процесс выходит за пределы лабораторных и пилотных испытаний, охватывая масштабирование бизнеса, интернационализацию и диверсификацию продвигаемой наукоемкой продукции. В этот процесс вовлекаются:

- инновационные кластеры;
- бизнес-акселераторы;
- венчурные и инвестиционные фонды;
- специальные экономические зоны (СЭЗ);
- индустриальные зоны.

Разработанная методика Innovation System Readiness Level (ISRL) обладает широким спектром применения и может использоваться как инструмент анализа и стратегического планирования развития инновационных систем на различных уровнях. Она позволяет комплексно оценивать текущее состояние и уровень зрелости инновационной системы как на национальном, так и на региональном уровнях, что обеспечивает более полное понимание степени готовности экосистемы к восприятию и масштабированию новых технологий. Одновременно методика выявляет «узкие места» и недостающие элементы инфраструктуры, фиксируя разрывы между уровнями развития и указывая направления для их преодоления.

Гибкость подхода ISRL делает возможной его адаптацию под специфику конкретного региона или отрасли, включая формирование отраслевых инновационных кластеров и разработку региональной политики в области науки и технологий. Важной особенностью методики является ее практическая применимость в управленческой деятельности: результаты оценки могут использоваться для разработки и корректировки мер государственной инновационной политики, для анализа эффективности институтов развития, а также для принятия решений о создании или трансформации элементов инновационной инфраструктуры.

Критерий определения уровня ISRL. Определение достигнутого уровня ISRL осуществляется путем сопоставления фактического состояния инновационной системы с характеристиками соответствующего уровня по четырем компонентам методики: этапам развития идей и научных исследований, этапам инновационного процесса, элементам инновационной инфраструктуры и инструментам поддержки. Для присвоения определенного уровня необходимо наличие ключевых условий по всем указанным компонентам, предусмотренным для данного уровня. При отсутствии одного или нескольких ключевых условий достигнутым считается предыдущий уровень зрелости, даже если отдельные элементы более высокого уровня уже присутствуют в системе.

Инновационную систему необходимо рассматривать как совокупность взаимосвязанных участников и институтов, взаимодействие которых и межрегиональное сотрудничество имеют важное значение для реализации стратегий смарт специализации (Uyarra et al., 2014).

Значения TRL, представленные в таблице 4, используются в качестве технологического ориентира для характеристики стадии развития инновации и не означают автоматического равенства между технологической и системной готовностью. В отличие от TRL, оценивающего степень технологической зрелости конкретной разработки, ISRL характеризует способность инновационной системы обеспечить необходимые условия для последовательного продвижения инновации между стадиями ее развития. Таким образом, одинаковое значение TRL и ISRL отражает соответствие стадии технологического развития и уровня зрелости системы, но не является обязательным условием их равенства.

Таблица 4 – Методика оценки готовности инновационных систем Innovation System

Readiness Level

Уровень готовности ИС	Этапы инновационного процесса		Элементы инфраструктуры	Уровни готовности идеи	Этапы развития идеи	Инструменты поддержки
ISRL 9	пост-инкубирование (акселерация)	Вывод на внутренние и внешние рынки (акселерация), масштабирование	– инновационные кластеры; – бизнес-акселераторы; – венчурные фонды; – инвестиционные фонды; – специальные-экономические зоны; – индустриальные зоны	TRL 9	Коммерциализация, серийное производство	– seed финансирование (венчурное финансирование); – гранты на коммерциализацию; – налоговые льготы и преференции; – продвижение на зарубежные рынки
ISRL 8		Внедрение в опытное производство		TRL 8	Финальный прототип (pre-production), готовый к опытной/малой серии	
ISRL 7		Дальнейшее развитие проекта		TRL 7	Пилотные/полевые испытания и тесты прототипов	
ISRL 6	бизнес-инкубирование	Создание стартап компании	– бизнес-инкубаторы; – опытно-экспериментальные цехи; – инжиниринговые центры; – конструкторские бюро; – технопарки; – научные парки; – офисы коммерциализации; – центры трансферта технологий; – краудфандинг-платформ	TRL 6	Первый промышленный прототип	– pre-seed финансирование (венчурное финансирование); – финансирование за счет обязательств недопользователей; – гранты на пилотирование, опытно-конструкторские работы, proof of concept
ISRL 5		Прототипирование, MVP		TRL 5	Этап конструирования узлов и модулей	
ISRL 4		Менторство, обучение и развитие компетенций		TRL 4	Лабораторный прототип (proof of concept)	
ISRL 3	пре-инкубирование (мотивация)	Исследование и разработка лабораторного прототипа	– вузы; – научные организации и институты; – центры компетенций; – лаборатории коллективного пользования; – коворкинг-центры	TRL 3	Разработка базовой технологии в лабораторных условиях	– грантовое финансирование НИОКР; – семинары, тренинги и образовательные мероприятия; – хакатоны, конкурсы инновационных идей; – технологический скаутинг – форсайт исследования
ISRL 2		Разработка концепта продукта		TRL 2	Техническая проработка, формирование концепта	
ISRL 1		Ideation (описание инновационной идеи)		TRL 1	Идея	

Примечание: составлено авторами

Для практического применения предложенной методики разработан последовательный алгоритм оценки, представленный на рисунке 2.



Рисунок 2 – Алгоритм применения методики ISRL

Примечание: составлено авторами

Предложенный алгоритм обеспечивает последовательное определение достигнутого уровня зрелости инновационной системы, выявление существующих «узких мест» и определение направлений ее дальнейшего развития. При этом переход на следующий уровень ISRL рассматривается как результат устранения выявленных инфраструктурных и институциональных ограничений и формирования необходимых инструментов поддержки.

Таким образом, ISRL выступает не только как диагностический инструмент, но и как механизм поддержки управленческих решений, направленных на формирование целостной и устойчивой инновационной системы.

Методологическая основа ISRL основывается на четырех ключевых компонентах НИС:

1. этапы развития идей и научных исследований;
2. этапы инновационного процесса;
3. элементы инновационной инфраструктуры и их субъекты;
4. инструменты (меры) поддержки субъектов инновационной деятельности.

На основе методики возможно выявление структурных разрывов между уровнями зрелости и определение недостатка инфраструктурных элементов или инструментов поддержки. В отличие от отдельных статистических показателей, ISRL позволяет определить функциональную готовность инновационной системы обеспечивать продвижение инноваций от идеи до коммерциализации.

Заключение

В данной работе представлена модель уровня готовности инновационных систем (ISRL), позволяющая комплексно оценивать степень зрелости и готовности цепочки участников инновационной экосистемы вокруг новой технологии на национальном и региональном уровнях. Отличительной особенностью предложенного подхода является его системность: методика опирается на уже существующие инструменты оценки технологической готовности, такие как TRL и MRL, и в то же время дополняет их новыми компонентами, учитывающими стадийность инновационного процесса, специфику инфраструктурного обеспечения и наличие инструментов поддержки.

Разработанная модель охватывает девять уровней зрелости инновационной системы, сгруппированных по ключевым этапам инновационного процесса. Каждый уровень предполагает вовлечение соответствующих элементов инновационной инфраструктуры и применение инструментов поддержки научно-технической и инновационной деятельности, что обеспечивает целостный взгляд на функционирование национальной инновационной системы.

Предложенная методика может быть использована для разработки и корректировки государственной инновационной политики, оценки состояния и динамики развития инновационных систем, а также для обоснования решений, связанных с формированием и совершенствованием инфраструктуры поддержки инновационной деятельности. Таким образом, ISRL выступает не только как инструмент диагностики, но и как практический механизм стратегического управления развитием инновационной системы в условиях цифровизации и глобальной конкуренции.

Благодарность, конфликт интересов отсутствует.

Финансирование. Статья подготовлена в рамках научного проекта грантового финансирования Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (ИРН AP22686171).

Вклад авторов

Д.Е. Баксултанов – разработка концепции исследования, формулирование цели и задач, разработка методики оценки готовности инновационных систем, участие в подготовке окончательной версии статьи.

Н.А. Курманов – разработка методологии исследования, систематизация и анализ данных, интерпретация полученных результатов, научное редактирование и подготовка окончательной версии текста статьи.

Вэй Фэн – обобщение теоретических положений, участие в формировании методической основы исследования, редактирование текста статьи и формулирование выводов.

Список литературы

1. Andriushchenko, K., Liezina, A., Vasylichak, S., et al. (2022). Management of the development of the innovative potential of the region. *TEM Journal*, 2022(11:1), 339–347.
2. Brown, R. C., & Mason, C. (2014). *Entrepreneurial ecosystems and growth-oriented entrepreneurship*. Organisation for Economic Co-operation and Development, 1–38.

3. Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation: From national systems and “Mode 2” to a triple helix of university–industry–government relations. *Research Policy*, 2000(29:2–3), 109–123. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(99\)00055-4](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00055-4)
4. European Commission. (2016). *Horizon 2020 work programme 2016–2017: General annexes*. Retrieved May 8, 2025, from https://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/other/wp/2016-2017/annexes/h2020-wp1617-annex-ga_en.pdf
5. Frija, A. (2024). A system readiness approach to support the packaging and scaling of innovation bundles for farming systems transformation. *Agricultural Systems*, 2024(221), Article 104148. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2024.104148>
6. Isenberg, D. J. (2011). *The entrepreneurship ecosystem strategy as a new paradigm for economic policy: Principles for cultivating entrepreneurship*. Babson Entrepreneurship Ecosystem Project, 1–13.
7. Liu, Z., & Stephens, V. (2019). Exploring innovation ecosystem from the perspective of sustainability: Towards a conceptual framework. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 2019(5:3), Article 48. <https://doi.org/10.3390/joitmc5030048>
8. Mason, C., & Brown, R. (2022). *Entrepreneurial ecosystems and growth-oriented entrepreneurship*. Organisation for Economic Co-operation and Development. <https://www.oecd.org/cfe/leed/Entrepreneurial-ecosystems.pdf>
9. Rossini, A. (2022). *Bridging the technological “valley of death”*. PwC. <https://www.pwc.no/en/bridging-the-technological-valley-of-death.html>
10. Tolstykh, T., Gamidullaeva, L., Shmeleva, N., Woźniak, M., & Vasin, S. (2021). An assessment of regional sustainability via the maturity level of entrepreneurial ecosystems. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 2021(7:1), Article 5. <https://doi.org/10.3390/joitmc7010005>
11. Trenkmann, E. (2023). *The start-up and innovation ecosystem in Albania and its potential to connect to Europe*. EU4Innovation, European Union, 1–59. Retrieved May 8, 2025, from https://euforinnovation.al/wp-content/uploads/2024/05/01_Inception_Study_1.pdf
12. Uyarra, E., Sörvik, J., & Midtkandal, I. (2014). *Inter-regional collaboration in research and innovation strategies for smart specialisation (RIS3)* (Working Paper). Publications Office of the European Union, 1–38.
13. Корчагина, И. В., Сычева-Передеро, О. В., & Корчагин, Р. Л. (2019). Чем различаются инновационные экосистемы регионов-лидеров и аутсайдеров? *ЭКО*, 2019(12:546), 47–64.
14. Петров, А. Н., & Комаров, А. В. (2020). Оценка уровня технологической готовности конкурсных заявок с использованием методологии TPRL. *Экономика науки*, 2020(6:1–2), 88–99.
15. Петров, А. Н., Сартори, А. В., & Филимонов, А. В. (2016). Комплексная оценка состояния научно-технических проектов через уровень готовности технологий. *Экономика науки*, 2016(2:4), 244–260.
16. Силакова, Л. В. (2021). *Оценка технологий: как принимать решения в инновационной экономике*. Санкт-Петербург: Университет ИТМО.
17. Тузубекова, М. К., Бекбусинова, Г. К., & Капенова, А. З. (2024). Современное состояние формирования инновационных кластеров в Республике Казахстан. *Мемлекеттік аудит – Государственный аудит*, 2024(62:1), 94–110. <https://doi.org/10.55871/2072-9847-2024-62-1-94-110>

Д.Е. Баксултанов^{*1}, Н.А. Курманов², Вэй Фэн³

^{1,2} Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан

³ A&F Солтүстік-Батыс университеті, Синьян, Қытай

Инновациялық жүйелердің дайындық деңгейін бағалаудың әдістемесі

Аңдатпа. Мақсаты – өңірлер мен кластерлердің ғылыми-техникалық және инновациялық әлеуетінің даму деңгейін бағалаудың қолданыстағы тәсілдерін зерттеу, сондай-ақ инновациялық жүйелердің дайындық деңгейін бағалаудың авторлық әдістемесін әзірлеу. *Әдістері* – инновациялық дамуды бағалау әдістемелерін зерттеуде салыстырмалы талдау, абстрактілі-логикалық және жүйелік тәсілдер қолданылды. *Нәтижелері* –

қолданыстағы әдістемелердің негізгі артықшылықтары мен ерекшеліктері, сондай-ақ олардың практикалық қолданылуын шектейтін кемшіліктері айқындалды. Қазіргі уақытта инновациялық жүйелердің даму деңгейін бағалаудың әмбебап әдістемесі жоқ екені анықталды. Интегралды индекстерге негізделген тәсілдер мұндай жүйелердің жетілу деңгейін кешенді бағалауға мүмкіндік бермейді. Мақалада инновациялық экожүйе қатысушыларының өзара әрекеттесу ерекшеліктерін ескере отырып және TRL (Technology Readiness Level) құралын біріктіре отырып, инновациялық жүйелердің дайындық деңгейін бағалаудың авторлық әдістемесі ұсынылған. Ұсынылған бастама инновациялық ортаның жетілу деңгейін кешенді талдауға, технологияларды коммерцияландыру үдерісіндегі тар тұстарды анықтауға және инновациялық дамуды басқару саласындағы шешімдердің негізділігін арттыруға мүмкіндік береді. *Қорытынды* – әзірленген әдістеме инновациялық жүйелердің даму жағдайын ұлттық деңгейде де, өңірлік (жергілікті) деңгейде де бағалауға мүмкіндік береді, сондай-ақ салалық кластерлерді қалыптастыру кезінде салалық ерекшеліктерді ескере отырып бейімделе алады.

Түйін сөздер: инновация, инновациялық жүйе, инновациялық саясат, әдістеме, технологияны басқару, технологиялық дайындық деңгейі.

D.Y. Baxultanov^{*1}, N.A. Kurmanov², Wei Feng³

^{1,2}L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

³ Northwest A & F University, Xinyang, China

Methodology for assessing the readiness of innovation systems

Abstract. *Purpose* – to examine existing approaches to assessing the level of development of scientific, technological, and innovation potential of regions and clusters, as well as to develop an original methodology for evaluating the readiness level of innovation systems. *Methods* – comparative analysis, abstract-logical, and systems approaches to the study of innovation assessment methodologies. *Results* – the study identifies the key advantages and specific features of existing methodologies, along with their limitations that hinder practical application. It is established that there is currently no universal methodology for assessing the level of development of innovation systems. Approaches based on composite indices fail to provide a comprehensive assessment of system maturity. The paper proposes an original methodology for evaluating the readiness level of innovation systems, integrating the Technology Readiness Level (TRL) tool and taking into account the specifics of interactions among participants in the innovation ecosystem. The proposed approach enables a comprehensive analysis of innovation environment maturity, identification of bottlenecks in technology commercialization processes, and improved justification of managerial decisions in the field of innovation development. *Conclusions* – the developed methodology makes it possible to assess the state of innovation systems at both national and regional (local) levels and can be adapted to sector-specific features in the context of cluster development.

Keywords: innovation, innovation system, innovation policy, methodology, technology management, level of technological readiness.

References

1. Andriushchenko, K., Liezina, A., Vasylchak, S., et al. (2022). Management of the development of the innovative potential of the region. *TEM Journal*, 2022(11:1), 339–347 [in English].
2. Brown, R. C., & Mason, C. (2014). *Entrepreneurial ecosystems and growth-oriented entrepreneurship*. Organisation for Economic Co-operation and Development, 1–38 [in English].
3. Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation: From national systems and “Mode 2” to a triple helix of university–industry–government relations. *Research Policy*, 2000(29:2–3), 109–123. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(99\)00055-4](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00055-4) [in English].

-
4. European Commission. (2016). *Horizon 2020 work programme 2016–2017: General annexes*. Retrieved May 8, 2025, from https://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/other/wp/2016-2017/annexes/h2020-wp1617-annex-ga_en.pdf [in English].
 5. Frija, A. (2024). A system readiness approach to support the packaging and scaling of innovation bundles for farming systems transformation. *Agricultural Systems*, 2024(221), Article 104148. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2024.104148> [in English].
 6. Isenberg, D. J. (2011). *The entrepreneurship ecosystem strategy as a new paradigm for economic policy: Principles for cultivating entrepreneurship*. Babson Entrepreneurship Ecosystem Project, 1–13 [in English].
 7. Liu, Z., & Stephens, V. (2019). Exploring innovation ecosystem from the perspective of sustainability: Towards a conceptual framework. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 2019(5:3), Article 48. <https://doi.org/10.3390/joitmc5030048> [in English].
 8. Mason, C., & Brown, R. (2022). *Entrepreneurial ecosystems and growth-oriented entrepreneurship*. Organisation for Economic Co-operation and Development. <https://www.oecd.org/cfe/leed/Entrepreneurial-ecosystems.pdf> [in English].
 9. Rossini, A. (2022). *Bridging the technological “valley of death”*. PwC. <https://www.pwc.no/en/bridging-the-technological-valley-of-death.html> [in English].
 10. Tolstykh, T., Gamidullaeva, L., Shmeleva, N., Woźniak, M., & Vasin, S. (2021). An assessment of regional sustainability via the maturity level of entrepreneurial ecosystems. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 2021(7:1), Article 5. <https://doi.org/10.3390/joitmc7010005> [in English].
 11. Trenkmann, E. (2023). *The start-up and innovation ecosystem in Albania and its potential to connect to Europe*. EU4Innovation, European Union, 1–59. Retrieved May 8, 2025, from https://euforinnovation.al/wp-content/uploads/2024/05/01_Inception_Study_1.pdf [in English].
 12. Uyarra, E., Sörvik, J., & Midtkandal, I. (2014). *Inter-regional collaboration in research and innovation strategies for smart specialisation (RIS3)* (Working Paper). Publications Office of the European Union, 1–38 [in English].
 13. Korchagina, I. V., Sycheva-Peredero, O. V., & Korchagin, R. L. (2019). Chem razlichayutsya innovatsionnye ekosistemy regionov-liderov i autsayderov? [How do the innovation ecosystems of leading and lagging regions differ?]. *EKO*, 2019(12:546), 47–64 [in Russian].
 14. Petrov, A. N., & Komarov, A. V. (2020). Otsenka urovnya tekhnologicheskoy gotovnosti konkursnykh zayavok s ispol'zovaniem metodologii TPRL [Assessment of the technology readiness level of competitive applications using the TPRL methodology]. *Ekonomika nauki*, 2020(6:1–2), 88–99 [in Russian].
 15. Petrov, A. N., Sartori, A. V., & Filimonov, A. V. (2016). Kompleksnaya otsenka sostoyaniya nauchno-tekhnicheskikh proektov cherez uroven' gotovnosti tekhnologii [Comprehensive assessment of the state of scientific and technological projects through technology readiness levels]. *Ekonomika nauki*, 2016(2:4), 244–260 [in Russian].
 16. Silakova, L. V. (2021). *Otsenka tekhnologii: kak primat' resheniya v innovatsionnoy ekonomike* [Technology assessment: How to make decisions in an innovation economy]. Saint Petersburg: ITMO University [in Russian].
 17. Tuzubekova, M. K., Bekbusinova, G. K., & Kapenova, A. Z. (2024). Sovremennoe sostoyanie formirovaniya innovatsionnykh klasterov v Respublike Kazakhstan [The current state of innovation cluster formation in the Republic of Kazakhstan]. *Memlekettik audit – Gosudarstvennyy audit*, 2024(62:1), 94–110. <https://doi.org/10.55871/2072-9847-2024-62-1-94-110> [in Russian].

Сведения об авторах:

Баксултанов Д.Е. – автор для корреспонденции, доктор философии (PhD), руководитель проекта-постдокторант кафедры «Менеджмент» Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева, ул. Кажымукана, 11, 010000, Астана, Казахстан

Курманов Н.А. – доктор философии (PhD), профессор-исследователь кафедры «Менеджмент» Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева, ул. Кажымукана, 11, 010000, Астана, Казахстан

Вэй Ф. – доктор PhD, профессор, профессор Колледжа экономики и менеджмента, Северо-западный университет A&F, г. Синьян, Китай.

Баксултанов Д.Е. – хат-хабар авторы, философия докторы (PhD), Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті «Менеджмент» кафедрасының жоба жетекшісі-постдокторант, Қажымұқан көшесі, 11, 010000, Астана, Қазақстан

Курманов Н.А. – философия докторы (PhD), Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті «Менеджмент» кафедрасының профессор-зерттеушісі, Қажымұқан көшесі, 11, 010000, Астана, Қазақстан

Вэй Ф. – PhD докторы, профессор, экономика және менеджмент колледжінің профессоры, A&F Солтүстік-Батыс университеті, Синьян қ, Қытай.

Baxultanov D.Y. – corresponding author, PhD, Project Manager, Postdoctoral Fellow, Department of Management, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Kazhymukan street, 11, 010000, Astana, Kazakhstan

Kurmanov N.A. – PhD, Research Professor, Department of Management, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Kazhymukan street, 11, 010000, Astana, Kazakhstan

Wei F. – PhD, professor, Professor at College of Economics and Management, Northwest A&F University, Xinyang, China.



Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).