УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Л.В. Силакова

ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЙ: КАК ПРИНИМАТЬ РЕШЕНИЯ В ИННОВАЦИОННОЙ ЭКОНОМИКЕ

Санкт-Петербург
2021

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Л.В. Силакова

ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЙ: КАК ПРИНИМАТЬ РЕШЕНИЯ В ИННОВАЦИОННОЙ ЭКОНОМИКЕ

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

РЕКОМЕНДОВАНО К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ В УНИВЕРСИТЕТЕ ИТМО
по направлению подготовки 27.03.04, 27.03.05, 38.03.01, 38.03.02
в качестве Учебно-методическое пособие для реализации основных профессиональных образовательных программ высшего образования бакалавриата

УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Санкт-Петербург
2021

Силакова Л.В., Оценка технологий: как принимать решения в инновационной экономике– СПб: Университет ИТМО, 2021. – 81 с.

Рецензент(ы):

Лисица Максим Иванович, доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры инновационной экономики инженерно-экономического факультета, Санкт-Петербургский государственный морской технический университет;

Пособие содержит методические положения по оценке новых технологий для принятия решений об их развитии и выводе на рынок на разных уровнях управления. Подходы и методики, рассматриваемые на примере практических кейсов, позволяют произвести оценку целесообразности разработки и ее рыночного потенциала. Результаты оценки позволяют получить представление о стоимости создания и вывода на рынок технологического продукта, необходимой стратегии его вывода на рынок или ценообразования, моделировании дизайна продукта, планируемого к выпуску с учетом влияния технологических и социальных тенденций.

В пособие включены кейсы, предназначенные для использования в качестве учебного материала при проведении занятий на основных и дополнительных программах обучения инновационных менеджеров, а также для индивидуальной работы по развитию навыков подготовки и принятия управленческих решений.

Пособие предназначено для студентов и слушателей дисциплин общеуниверситетского модуля «Предпринимательская культура» в Университете ИТМО, а также для предпринимателей, специалистов и руководителей, занятых разработкой и коммерциализацией технологий.

УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Университет ИТМО – национальный исследовательский университет, ведущий вуз России в области информационных, фотонных и биохимических технологий. Альма-матер победителей международных соревнований по программированию – ICPC (единственный в мире семикратный чемпион), Google Code Jam, Facebook Hacker Cup, Яндекс.Алгоритм, Russian Code Cup, Topcoder Open и др. Приоритетные направления: IT, фотоника, робототехника, квантовые коммуникации, трансляционная медицина, Life Sciences, Art&Science, Science Communication. Входит в ТОП-100 по направлению «Автоматизация и управление» Шанхайского предметного рейтинга (ARWU) и занимает 74 место в мире в британском предметном рейтинге QS по компьютерным наукам (Computer Science and Information Systems). С 2013 по 2020 гг. – лидер Проекта 5–100.

© Университет ИТМО, 2021
© Силакова Л.В., 2021

Содержание

Введение……..4
1. Понятие и классификация технологий……6
2. Сущность, цели и задачи оценки технологий……...10
3. Структура инновационной экономики……..12
4. Методы оценки технологий……..14
Функционально-стоимостной анализ (ФСА)……...15
Форсайт……16
Институциональный анализ……..17
Анализ технологий, ориентированный на будущее (FTA)……17
Развертывание функции качества (QFD – Quality Function Deployment)……21
Методика «Дом качества» (HOQ – House of Quality)……23
Уровня готовности технологии (TRL – Technology Readiness Levels)……..24
Многокритериальный подход к принятию решений (MCDA)……..33
Методика TOPSIS (The Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution)……..34
Оценка инвестиционной привлекательности технологии……..37
Методика Nova RexLex NRL)..……..43
5. КЕЙСЫ……...47
Кейс 1. Определение дизайна продукта исходя из выявленных стратегий развития транспортной системы Германии на основе форсайта и FTA……...47
Кейс 2. Матрица «Дом качества» технологии по решению проблемы образования отложений в промышленных операциях……55
Кейс 3. Сбалансированная оценка уровня готовности технологии в сфере сельского хозяйства……62
Кейс 4. Выбор источника финансирования и оценка эффективности инвестиционного проекта вихревой мини-гидроэлектростанции……66
Выводы и рекомендации……69
Контрольные вопросы……70
Список литературы……..71
ПРИЛОЖЕНИЯ……76

ВВЕДЕНИЕ

Современность характеризуется стремительным развитием технологий. Их обновление и совершенствование протекает с огромной скоростью. Появляются так называемые развивающиеся технологии (emerging technologies), которые не только находят свое применение в различных сферах деятельности, но и, открывая новые формы и способы производства и потребления, формируют новые сектора экономики и порождают развивающиеся отрасли (emerging industries).

Это приводит общество к необходимости принятия как стратегических, так и тактических решений на всех уровнях управления – глобальном, макро- и микроуровне. Ведь в процессе реализации жизненного цикла новой технологии участвуют множество действующих лиц: представители науки, бизнеса, власти, общества, каждый из которых выполняет свою важную функцию.

Представители *науки* и *бизнес-сообщества* отвечают за разработку технологии, создание конечного продукта и передачу его потребителям (*обществу*). Любой инновационный процесс обычно состоит из этапа генерации и этапа коммерциализации новой технологии (инновации). В этом процессе перед предпринимателями и/или разработчиками встает комплекс вопросов, связанный с созданием и выводом на рынок технологического продукта, его реализацией (эксплуатацией) и утилизацией. В этот пул вопросов и задач включаются: оценка потенциального спроса, определение технических характеристик и дизайна продукта, определение потребительского рынка и конкурентного поля, обоснование стратегий разработки, ценообразование и продвижения продукта, выявление и налаживание отношений с действующими лицами процесса жизненного цикла технологии, обеспечение финансирования разработки и производства, обеспечение правовой охраны интеллектуальной собственности и стандартартизации технологической продукции, анализ и формирование необходимого правового поля для реализации новой технологии и пр. *Государству* при этом отводится важная роль регулятора общих «правил игры» и инфраструктуры поддержки реализации направлений технологического развития. Каждый из перечисленных вопросов требует принятия аргументированных управленческих решений, основой которых и служит результаты применения инструментария по оценке технологий.

Таким образом, главной задачей комплекса инструментов по оценке технологий является выявление обоснованных аргументов для обеспечения связанности взаимодействия действующих лиц в инновационном процессе для достижения оптимального результата. В данном случае результатом является обеспечение появления, внедрения и использования новой технологии с учетом соблюдения интересов сторон и современных технологических и рыночных тенденций.

В случае оценки внедрения новых технологий для принятия соответствующих решений необходимо применять трансдисциплинарный подход и экспертные оценки, исследовав сочетание технологических, экономических, социальных и экологических условий реализации новых технологий. Особенности подходов (методов) и инструментов оценки технологий состоят в субъективности, неопределенности и высокой дисперсии выводов о финансовых результатах (особенно в отношении отдаленных денежных потоков). Это связано и с большим числом нефинансовых факторов, которые трудно (невозможно) измерить количественно.

Целью данного пособия является ознакомление читателя с практикой применения современных подходов и методик оценки технологий, а также формирование навыка оценки технологий для принятия решения в рамках проектной деятельности. Достижение данной цели обеспечивается с помощью анализа актуальных кейсов по оценке различных технологий.

Пособие предназначается для студентов всех направлений подготовки, осваивающих дисциплину «Оценка технологий» общеуниверситетского модуля «Предпринимательская культура» в Университете ИТМО.

В рамках лекционных занятий рассматриваются теоретические аспекты формирования и функционирования инновационной экономики, такие как особенности технологического развития, теория циклов, роль технологий приоритетного развития, особенности формирования рынков при внедрении технологий, особенности оценки технологий при выводе их на рынок, особенности государственного регулирования технологического развития, источники финансирования инновационных проектов, оценка инвестиционных проектов по разработке и внедрению технологий. В рамках практических занятий разбираются кейсы, обучающиеся в составе команд прорабатывают решения на основе применения представленного в пособии инструментария (подходов, методов) оценки технологий.

В качестве самостоятельной работы студенты работают над командным проектом, в рамках которого им необходимо выбрать инновационную технологию и оценить ее с точки зрения потенциала вывода на рынок. Рекомендуется выбирать реальные технологии, над которыми работают ученые в Лабораториях ИТМО и других Университетов.

Таким образом, данное пособие направлено на формирование умений получать новые знания в области профессиональной деятельности, в том числе в междисциплинарном контексте (ОПК-2.1) и выполнять работы по созданию, проектированию, сопровождению и оценке проектов с учетом технологий приоритетных отраслей (ОПК-2.2). Выполнение кейсов направлено на закрепление навыка оценки технологических проектов с целью выработки управленческих решений о формировании стратегий реализации и коммерциализации технологий.

1. ПОНЯТИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ

Понятие **Технология** связано с использованием и познанием инструментов и ремесел, а также влиянием их использования на способность контролировать и адаптироваться к социальной и физической средам.

Согласно большой советской энциклопедии, термин **Технология** происходит от греческого «Technology», «τεχνολογια»: «techne», «τεχνη» – искусство, ремесло и «logia», «λογια» – слово, учение, и представляет собой способ преобразования вещества, энергии, информации в процессе изготовления продукции, обработки и переработки материалов, сборки готовых изделий, контроля качества, управления [1, 2].

Технология – это способ объединения физических, химических, технологических и других процессов с трудовыми процессами в целостную систему, производящую новую продукцию (товары, работы, услуги) [3]. Результатом применения технологии является новый продукт. В этом смысле понятие Технология сближается с понятием Инновация, но, если второе отвечает на вопрос «что?», то первое – на вопрос «как?». При этом важно учитывать, что новая технология может стать инновацией в результате ее внедрения в практику и получения различных эффектов, а инновация всегда содержит в себе технологию или их совокупность.

В рамках данной дисциплины под Технологией как объектом для оценки будет пониматься как нематериальные объекты (системы, методы организации, приемы, режим работы, последовательность операций и процедур), так и связанные с ними материальные объекты (применяемые средства, оборудование, инструменты, используемые материалы) [1].

Технологии делят по различным критериям (таблица 1).

Таблица 1. Классификация технологий

Признак	Вид технологий
1. Уровень сложности	Простые, сложные
2. Область применения	Производственные, научные, образовательные, управленческие
3. Динамика развития	Прогрессивные, развивающиеся, устоявшиеся, устаревшие
4. Потребность в ресурсах	Наукоемкие, капиталоемкие, энергоемкие, энергосберегающие, безотходные
5. Качество переработки ресурсов	Низкого, среднего, высокого уровня
6. Назначение	Созидательные, разрушительные, двойного назначение
7. Приоритеты создания	Первичные, конверсионные
8. Характер производственного процесса	Мелкосерийное и индивидуальное производство, массовое или крупносерийное, непрерывное производство
9. Тип производства	Многозвенные, посреднические, интенсивные

По уровню сложности:

- Простые технологии – рецепт приготовления яичницы в ресторане;
- Сложные технологии – технология сборки и запуска космической ракеты.

По области применения:

- Производственные – схема работы линии по производству мороженого;
- Научные – технология сборки экспериментальной установки в рамках эксперимента;
- Образовательные – игровые методы обучения (симуляции, квесты), применение которых позволяет сформировать у обучающегося необходимые знания, умения и навыки;
- Управленческие – методы, приемы, принципы управления и системы контроля, которые могут быть закреплены в Положении или Политике компании.

По динамике развития:

- Прогрессивные – имеют качественно более эффективные характеристики по сравнению с имеющимися аналогами. Например, бионическая линза, улучшающая зрение реципиента в 3 раза с помощью 8-минутной безболезненной операции;
- Развивающиеся – технология имеет бОльший потенциал по сравнению с существующими. Например, 5G-сети;
- Устоявшиеся – технология зарекомендовала себя на практике. Например, двигатель внутреннего сгорания в автомобиле;
- Устаревшие – старая методика вытесняется более современной. Например, методика очистки воды хлором заменяется озонированием.

По потребность в ресурсах:

- Наукоемкие – базируются на результатах фундаментальных и прикладных исследований, требуют повышенных инвестиций в НИОКР, дают качественно лучший эффект. При создании используются физические, химические, электрохимические и другие явления в сочетании со специальными свойствами инструмента и технологической среды. Например, криогенное резание, диффузионное формообразование изделий (химико-термическая обработка металлов);
- Капиталоемкие – требуют больших затрат капитала в расчете на единицу выпущенной продукции, используют оборудование с длительным сроком службы по отношению к выпускаемой продукции. Например, технология добычи и переработки нефтепродуктов.

- Энергоемкие – требуют большого потребления энергии и (или) топлива на основные и вспомогательные технологические процессы изготовления продукции. Например, технологии в сфере животноводства;
- Энергосберегающие – технологии накопления и сохранения солнечной энергии в электрических батареях;
- Безотходные – технологии, при реализации которых все сырье и даже отходы все равно превращаются в готовую продукцию. Например, переработка навоза в сфере с/х используется для удобрения кормовых культур, которые затем и скармливаются имеющемуся поголовью.

По качеству переработки ресурсов:

- Технологии с низким уровнем качества переработки ресурсов – технологии создания пластика и пищевых пленок;
- Со средним качеством – установки по переработке углекислого газа в энергию «Ловцы СО2» с помощью специальных молекул;
- С высоким качеством переработки ресурсов – наилучшие доступные технологии обработки отходов в целях получения вторичных материальных ресурсов. Например, технология работы безлопастного ветрогенератора, создающего энергию.

По назначению:

- Созидательные – технологии, результатом которых является продукт или новое знание, обладающей ценностью. Например, технология проведения научного эксперимента;
- Разрушительные – технологии, результатом которых является упразднение (замена) существующих положений. Например, использование новых бизнес-моделей компаниями-новаторами и вытеснение с рынка ведущих фирм и продуктов;
- Двойного назначения – проектная, производственная, эксплуатационная или иная технологическая цепочка, которая может найти применение как в гражданской, так и военной технике. Например, в сфере биотехнологий – технология генной модификации.

По приоритетам создания:

- Первичные по приоритетам создания – создаваемая целенаправленно для решения определенной задачи. Например, сборка танка на предприятии оборонно-промышленного комплекса;
- Конверсионные – технологии, используемые в различных отраслях. Например, получения продукции народно-хозяйственного значения, реализуемые на предприятиях оборонно-промышленного комплекса с использованием их научно-технических разработок.

Согласно классификации Джоан Вудворт, технологии делятся по характеру производственного процесса на [4, 5]:

- Мелкосерийное и индивидуальное производство – одновременно изготавливается только одно или малая серия одинаковых изделий. Примерами являются изготовление досок для серфинга, мебели и судов для прогулок;
- Массовое или крупносерийное производства – изготавливаются большие количества принципиально сходной продукции, на основе механизации, использования стандартных деталей и конвейерным способом сборки. В основном все потребительские товары изготавливаются таким образом;
- Непрерывное производство – использует автоматическое оборудование для изготовления больших количеств совершенно одинаковой продукции. Например, переработка нефти, сталелитейное и медеплавильное производство, работа электростанций.

Согласно классификации, предложенной Джейсом Томпсоном, технологии делятся по типу производства на [6]:

- Многозвенная технология – характеризуется сериями взаимозависимых заданий, которые должны выполняться в определенной последовательности. Пример – при сборке автомобиля сначала происходит сборка рамы, затем установка двигателя;
- Посредническая технология – действует в рамках процесса, в ходе которого взаимодействуют группы желающих вступить в отношения взаимозависимости людей. Пример – компания по подбору персонала, связывающая продавцов и покупателей рабочей силы, или банк, связывающий вкладчиков депозитов и заемщиков кредитов;
- Интенсивная технология – использует конкретные навыки, приемы или услуги для внесения конкретных изменений в конкретный продукт. Пример – монтаж фильма, редактирование текста.

Для понимания, что и как выводить на рынок, необходимо оценивать потенциал технологии как с точки зрения технических параметров, так и с точки зрения влияния внедрения нового продукта на различные сферы деятельности.

2. СУЩНОСТЬ, ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОЦЕНКИ ТЕХНОЛОГИЙ

Оценка технологий (ОТ) в широком смысле представляет собой научный, интерактивный и коммуникативный процесс, направленный на содействие формированию общественного и политического мнения по социальным аспектам науки и техники [7].

ОТ представляет собой форму исследования с применением системы методов, определяющего краткосрочные и долгосрочные последствия (например, социальные, экономические, этические, правовые) применения технологии, в том числе, насколько безопасна будет технология, насколько эффективна по сравнению с аналогами и какие преимущества может принести [2, 8].

ОТ в более узком значении определяется как набор подходов и средств оценки новой технологии с момента ее первой разработки (прототипа) до момента, когда она потенциально принимается общественностью и органами власти для дальнейшего использования [7].

Для целей оценки потенциала создания и коммерциализации технологий используют множество подходов, методов и инструментов, среди которых прогнозирование, форсайт, бенчмаркинг, маркетинговый анализ, макроэкономический анализ, сценарный анализ, оценка рисков, функционально-стоимостной анализ, оценка инвестиционной привлекательности, идентификация развивающихся технологий (emerging technologies), дорожные карты, экспертные панели, метод Дельфи, мозговой штурм, информационный мониторинг, технологические дорожные карты, деревья релевантности, анализ взаимного влияния и др. [9]. Они применяются в зависимости от целей и объекта оценки.

ОТ включает в себя ряд междисциплинарных (и все чаще трансдисциплинарных) исследовательских практик, позволяющих предвидеть воздействия технологических изменений на общество и разработать инструменты для управления этими изменениями. Результаты ОТ вносят конкретные знания в процессы принятия решений в области научно-технической политики и расширяют возможности принятия решений в обществе.

В рамках данной дисциплины мы сосредоточим внимание на экономическом аспекте оценки технологий как продукта, с целью выявления оптимальных управленческих решений и определения необходимых мер для выведения технологии на рынок, в том числе в качестве инновации.

Цель данной дисциплины – овладеть подходами и методиками оценки технологий на разных стадиях развития для обеспечения возможности принятия соответствующих (предпринимательских, управленческих) решений в отношении продукта, основанного на технологии.

Задачи оценки технологий:

1) Получение обоснованных аргументов для принятия управленческих решений в области управления инновациями;
2) формирование рекомендаций для законодательной власти по формированию благоприятного поля для развития технологий;
3) выявление направлений доведения параметров технологии до оптимальных значений с учетом рыночных потребностей и запросов на продукт (проектирование, дизайн);
4) оценка влияния и эффектов применения новой технологии на экономические, социальные, экологические среды;
5) обоснование формирования стратегии производства вывода продукта на рынок;
6) оценка целесообразности и выявление направлений инвестирования в технологическое развитие;
7) анализ процессов создания и распространения технологий и др.

Термин «оценка технологий» вошел в употребление в 1960-х годах, особенно в Соединенных Штатах, где пришло понимание необходимости исследования влияния технологий на сферы общества, а также анализа и прогнозирования последствий стремительного технологического развития. Это понимание явилось следствием проблем, возникающих в результате развития технологий, в частности, негативные последствия сверхзвукового транспорта, загрязнение окружающей среды и этика генетического скрининга [2].

Таким образом, в США стала развиваться оценка технологий (TA, technology assessment) как отдельное направление исследовательской деятельности. Ныне этим направлением занимаются специализированные организации по всему миру.

Для целей ОТ используется широкий набор методов и инструментов. Особенно в зарубежной литературе с 1980-х годов можно найти множество примеров их применения [10-21].

Методы ОТ делят на два больших блока: первый содержит те, что основаны на экономическом анализе (расчет чистой приведенной стоимости, рентабельности инвестиций), а второй – те, что основаны на патентном и на библиометрическом анализах для выявления направлений и сфер применения технологии.

Недостатком первого блока методов зачастую является субъективность и различия в оценке вследствие привлечения различных экспертов. Недостатком второго блока – узкая направленность оценки в виду малого набора показателей для определения потенциала технологии.

3. СТРУКТУРА ИННОВАЦИОННОЙ ЭКОНОМИКИ

Согласно Й.А. Шумпетеру, основоположнику теории инновационной экономики, помимо факторов производства (земля, труд, капитал), важным фактором становится человеческий капитал. Он считал, что новые комбинации производственных факторов, «пропитанные предпринимательским духом», приводят к новому результату с новыми свойствами, способному принести большую сумму прибыли, а также являются важным фактором национальной конкурентоспособности и способны решить многие социальные проблемы [22].

Таким образом, инновационная экономика (ИЭ, экономика знаний) – это тип экономики, в которой благодаря высокому человеческому капиталу обеспечивается постоянный поток инноваций и технологическое совершенствование, а высокая доля ВВП обеспечивается за счет производства и экспорта высокотехнологичной продукции и технологий с высокой добавленной стоимостью. В большей степени прибыль создаётся предпринимателями и учеными, информационной сферой, а не материальным производством (индустриальная экономика) или концентрацией финансов (капитала).

Успех ИЭ зависит от работоспособности национальной инновационной системы (НИС) с взаимодействующими элементами: государство, наука, бизнес, общество. Согласно теории тройной спирали, особенно важно взаимодействие государства, научно-производственного элемента (представленного различного рода компаниями, университетами, государственными лабораториями, технопарками и инкубаторами) и инфраструктурного элемента (включающего институты правового, финансового и социального характера), общества.

Развитие технологий в структуре ИЭ целесообразно соотносить с приоритетными направлениями развития науки, технологий и техники РФ, а также принятыми критическими технологиями. Согласно Указу Президента РФ от 7 июля 2011 г. №899, для России этот перечень определен:

1. Безопасность и противодействие терроризму.
2. Индустрия наносистем.
3. Информационно-телекоммуникационные системы.
4. Науки о жизни.
5. Перспективные виды вооружения, военной и специальной техники.
6. Рациональное природопользование.
7. Транспортные и космические системы.
8. Энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика

Эти направления и технологии, в свою очередь, рождая продукцию, порождают новые сектора и рынки.

Одним из приоритетов государственной политики в Послании Президента РФ Федеральному собранию 4 декабря 2014 года обозначена Национальная технологическая инициатива (НТИ), которая образует ИЭ **(рисунок 1).**

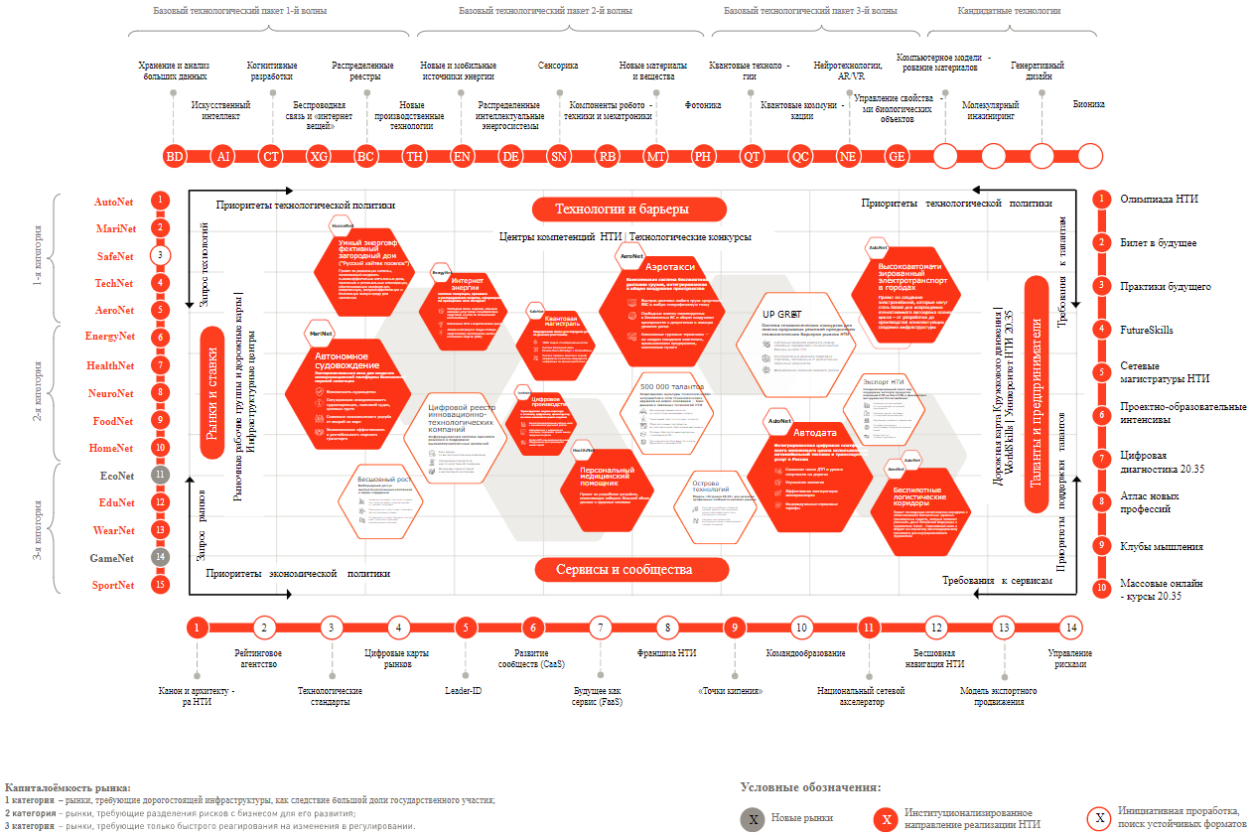

Рисунок 1. Матрица НТИ [23]

Матрица НТИ включает такие рынки, как:

- AutoNet (распределенная сеть управления автотранспортом без водителя);
- MariNet (распределенные системы морского транспорта без экипажа);
- SafeNet (новые персональные системы безопасности);
- AeroNet (распределенные системы беспилотных летательных аппаратов);
- EnergyNet (распределенная энергетика от personal power до smart grid);
- HealthNet (персональная медицина и здравоохранение);
- NeuroNet (распределенные искусственные компоненты сознания и психики);
- FoodNet (системы персонального производства и доставки еды и воды);
- FinNet (децентрализованные финансовые системы и валюты).

В логике этих рынков выстроены девять специализаций образовательной программы «Инновационное предпринимательство», реализующей в Университете ИТМО подготовку по направлениям: Инновационные транспортные технологии, ICT, CleanTech, Life Sciences, Foodtech, Printed Electronics Businesses and Technologies, Edtech, Creative Industries, Spacetech.

4. МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ТЕХНОЛОГИЙ

В силу многомерности необходимого анализа методология ОТ включает множество подходов (методов) и методик (техник, инструментов).

В российской и зарубежной практике известны различные методы оценки технологий, используемые различными акторами для определенных целей: государственные регуляторы применяют результаты оценок технологий с целью выявления трендов и создания условий технологического развития страны; компании и команды стартапов используют методы ОТ для понимания, какую продукцию и с какими техническими характеристиками стоит производить и продавать; инвесторы определяют по результатам ОТ наиболее перспективные проекты для инвестирования.

В данном пособии собраны наиболее распространенные и современные методы ОТ, применяемые в практике в различных секторах инновационной экономики (таблица 2).

Таблица 2. Характеристика целей методов оценки технологий

Метод и описание	**ЦЕЛЬ**
Функционально-стоимостной анализ (ФСА)	Развитие полезных характеристик продукта при оптимальном соотношении между требованиями потребителя и затратами на осуществление
Метод институционального анализа с элементами Форсайт и технологического анализа с ориентацией на будущее (Future-Oriented Technology Analysis, FTA)	Определение вариантов развития сектора с учетом развития глобальных мегатрендов для выявления необходимых дизайна продукта и условий его реализации. Применение рассмотрено на примере кейса по определению дизайна автомобиля будущего исходя из вариантов развития отрасли электрической мобильности в Германии
Развертывание функций качества (QFD – quality function deployment) для принятия решений и ключевой компонент метода – матрица «Дом качества» (HOQ – House of Quality)	Выявление для принятия решений по развитию технологического продукта с использованием средств планирования и коммуникации между клиентами и промышленностью. Применение рассмотрено на примере кейса по оценке технологии обратного осмоса для решения проблемы накипи кальция и магния при использовании морской воды в промышленных операциях
Метод сбалансированной оценки уровня готовности технологии (BTRL), включающей метод оценки уровня технологической готовности (TRL – technology readiness levels)	Оценка уровня зрелости технологии со стороны технологической составляющей, готовности к рынку, готовности к регулированию (легализация продукта), готовности к принятию (легитимация технологии) и организационной готовности. Применение рассмотрено на примере кейса по сбалансированной оценке технологии виртуальной системы ограждения «Nofence» в сфере сельского хозяйства

Окончание таблицы 2	
Метод многокритериальной оценки для принятия решений (MCDA – Multi Criteria Decision Aid) и ключевой компонент метода TOPSIS (The Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution)	Обеспечение эффективной поддержки принятия решений в инновационном и технологическом менеджменте, основываясь на суждениях экспертов. Эти методы применяются на разных уровнях принятия решений (глобальном, национальном, отраслевом, корпоративном или конкретных наукоемких проектах), где сложность и неопределенность в основном обусловлены использованием множества критериев и большим количеством противоречивых целей и ограничений.
Анализ инвестиционной привлекательности	Применение рассмотрено на примере кейса по оценке эффективности инвестиционного проекта технологии вихревой мини-гидроэлектростанции «Turbulent»
Методика RexLexNova	Оценка зрелости технологии с точки зрения инвестора

Функционально-стоимостной анализ (ФСА) – это метод комплексного технико-экономического исследования объекта (технологии, продукта) с целью развития его полезных характеристик (работоспособности, технологичности) при оптимальном соотношении между их значимостью для потребителя и затратами на осуществление.

ФСА был предложен в 1947 году компанией General Electric и получил распространение в промышленно-развитых странах. В основе метода лежит решение вопроса, насколько оправданы затраты с учетом полученных свойств товара, удовлетворяющих запросы и потребности заказчика.

В процессе ФСА выясняются пропорции между полезностью отдельных свойств изделия и понесенными затратами. Поскольку не все свойства товара одинаково полезны, их дифференцируют по схеме ABC, выделяя главные (A), второстепенные (B) и излишние функции (C). На главные функции нужно направлять средства и избегать затрат на ненужные.

Этапы ФСА [24]:

Этап 1. Подготовительный – уточнение объекта анализа, постановка цели и задач ФСА.

Этап 2. Информационный – сбор, систематизация и изучение информации о технических возможностях, качестве, себестоимости объекта и его аналогах. Сравниваются затраты на изготовление объекта (или его частей) собственными силами с затратами на приобретение аналога на стороне.

Этап 3. Аналитический – позволяет изучать функции объекта и затраты на их обеспечение с использованием ABC анализа. Рассматриваются характеристики объекта, его функции, их полезность, добавочная стоимость. Строится функциональная модель объекта.

Этап 4. Исследовательский – поиск и выявление оптимальных вариантов соотношения между обеспечением необходимых функций объекта и затратами на их реализацию.

Этап 5. Рекомендательный – проведение экспертизы и отбор приемлемых вариантов совершенствования объекта. Составление технико-экономических расчетов и плана-графика внедрения выбранных вариантов.

Этап 6. Внедренческий – внедрение вариантов совершенствования продукта, заключение договоров.

Целью ФСА является снижение затрат на производство товара, проведение работ и оказание услуг при одновременном повышении качества работы. Результатом ФСА является систематизация процесса проектирования продукта. Таким образом, ФСА подходит больше для технологических процессов в рамках инновационного, когда определенные свойства продукта для потребителя уже известны.

В случае создания принципиально новой технологии и определения ее коммерческого потенциала необходимо использовать прогнозные методы оценки. Примером является **форсайт**, представляющий собой систему методов экспертной оценки стратегических направлений социально-экономического и инновационного развития, выявления технологических прорывов, способных оказать воздействие на экономику и общество в средне- и долгосрочной перспективе [25].

Обычно в каждом из форсайт-исследований применяется комбинация различных методов, в числе которых экспертные панели, Дельфи (опросы экспертов в два этапа), SWOT-анализ, мозговой штурм, построение сценариев, технологические дорожные карты, деревья релевантности, анализ взаимного влияния и др. Чтобы учесть все возможные варианты и получить полную картину, привлекается большое число экспертов (один из крупнейших корейских форсайт-проектов привлек 10 тысяч экспертов).

Методики форсайта в отношении технологии основаны на прогнозировании вариантов (сценариев) развития технологии с учетом существующих тенденций и построении стратегии по реализации оптимального (желаемого) сценария.

Для целей разработки государственных стратегий технологического развития используются методы форсайта наряду с институциональным анализом. Сочетание этих методов позволяет понять взаимосвязь между институциональным развитием и развитием технологий: например, факторы институционального контекста могут препятствовать созреванию новых и потенциально более совершенных технологий, а исторические факторы могут помешать альтернативным технологиям занять долю рынка. Исследования показывают, что для успешного внедрения радикально новых технологий требуются серьезные усилия по созданию социально-технологической системы,

совмещающие формирование инфраструктуры, регулярное обновление технологий, изучение новых пользовательских предпочтений и культурные изменения.

Зарубежная практика ОТ предлагает использовать процессы построения сценариев развития новых технологий с участием заинтересованных сторон (представители власти, науки, бизнеса, гражданского общества). Эти сценарии представляют собой не столько прогнозы относительно будущих событий, а скорее являются средством выявления ожиданий ключевых игроков в технологической области.

Результаты данного подхода могут использовать для своих целей: представители власти – для определения перспективных направлений развития и распределения финансирования на более приоритетные из них; представители бизнеса – для определения направлений совершенствования и создания новой продукции; представители науки – для планирования исследований.

Успешные инновации часто зависят от взаимодействия широкого круга участников: научно-исследовательских институтов, ассоциаций, правительственных учреждений, коммерческих и некоммерческих организаций, граждан и пользователей. Все эти участники, будучи встроенными в различные *институциональные структуры*, формируют *социально-технические режимы*, в которых технологии и институты взаимообуславливают развитие друг друга.

В исследовании (Truffer B. et al., 2017) [18] предлагается сочетание методик **институционального анализа, форсайта и анализа технологий, ориентированного на будущее** (Future-Oriented Technology Analysis – FTA). Методологическая основа начинается с оценки потенциальной динамики *институционального ядра* сложившегося в обществе режима и исследования, каким образом институциональные структуры могут взаимодействовать с выявленными траекториями развития технологий.

Такой подход помогает понять взаимосвязь между институциональным развитием и развитием технологий: например, факторы сложившегося институционального режима могут препятствовать созреванию новых и потенциально более совершенных технологий, а исторические факторы могут помешать конкурирующим технологиям завоевать долю рынка.

Для дальнейшего понимания применяемого подхода необходимо дать определение институтам. *Институты* – это форма организации отношений с установленными правилами, нормами и их саморегуляция, которая может быть закреплена в компании или на уровне страны. Проще говоря, это правила игры с работающими механизмами принуждения (и-или стимулирования) к их выполнению[1]. Таким образом, институционализация (также институциализация;

[1] Авторы Леонид Гурвиц (Leo Hurwicz), Роджер Майерсон (Roger Myerson) и Эрик Маскин (Eric Maskin) получили нобелевскую премию по экономике за «основополагающий вклад в теорию экономических механизмов»

лат. institutum — установление, обычай, учреждение) – процесс превращения каких-либо отношений в институты.

Исследования показывают, что для успешного внедрения радикально новых технологий требуются серьезные усилия по созданию функционирующей системы, включающие [18]: 1) обеспечение и наращивание инфраструктуры; 2) регулярное обновление знаний и технологий; 3) изучение новых пользовательских предпочтений и культурных изменений.

Алгоритм данной методики состоит из четырех шагов:

(1) определение потенциально разрушительных институциональных изменений социально-технического режима (системы, отрасли, сектора);

(2) их группировка в согласованные будущие конфигурации режимов;

(3) оценка тенденций технологического развития на основе сгруппированных конфигураций, как в области действующих технологий, так и для различных вариантов проектирования новой технологии;

(4) выявляются альтернативные стратегии в отношении социально-технического режима (системы, отрасли, сектора). Выявляются ответы на ряд актуальных вопросов для политиков: какие неявные институциональные изменения (или сценарии) предполагаются, какие институциональные изменения наиболее важны для стимулирования внезапных серьезных сдвигов в переходном периоде и, наконец, какого рода изменения в обществе должны тщательно отслеживаться политиками, стремящимися поддержать переходные процессы.

ШАГ 1: определение основных элементов социально-технического режима, а именно: 1) *основных участников*; 2) *сетей*; 3) *институциональных структур* (включающие регулятивные, нормативные и когнитивные организации). Выявляются и ранжируются более строго институционализированные элементы, на которые трудно повлиять, но изменение которых может привести к фундаментальным сдвигам в развитии общества. Сосредоточив внимание на тех институциональных аспектах, которые имеют разрушительный потенциал, можно сформулировать более сбалансированную перспективу как дополнение к технологическому анализу.

На основе концепций эволюционной экономики и используя подход «многоуровневой перспективы» (MLP – multi-level perspective) для анализа трансформации сложных систем, авторы Fuenfschilling и Trufer (2014) [26] представили социально-технический режим в образе *высокоинституционализированного ядра организационного поля*, которое может быть представлено в виде радиолокационного графика (см. рисунок 2).

Сегменты круга – основные измерения социально-технологического режима, которые могут задаваться в рамках оценки конкретного объекта.

Расстояние от центра – степень институционализации (законодательного и культурного закрепления) отдельных элементов.

Ядро режима – это закрепившаяся система норм и правил функционирования социально-технической системы (отрасли, сектора) в результате взаимодействия основных участников, сетей и институциональных структур. *Ядро режима* представляет государственные органы.

Отраслевое поле – представляет собой *технологические ниши*, то есть защищенные пространства, в которых может происходить созревание новых технологий и согласование с подходящим институциональным контекстом.

Расширенный контекст – включает внешние и часто медленно меняющиеся социальные структуры (так называемые *ландшафтные силы*), которые включают культурные ценности, политические идеологии, изменение климата или демографические перемещения.

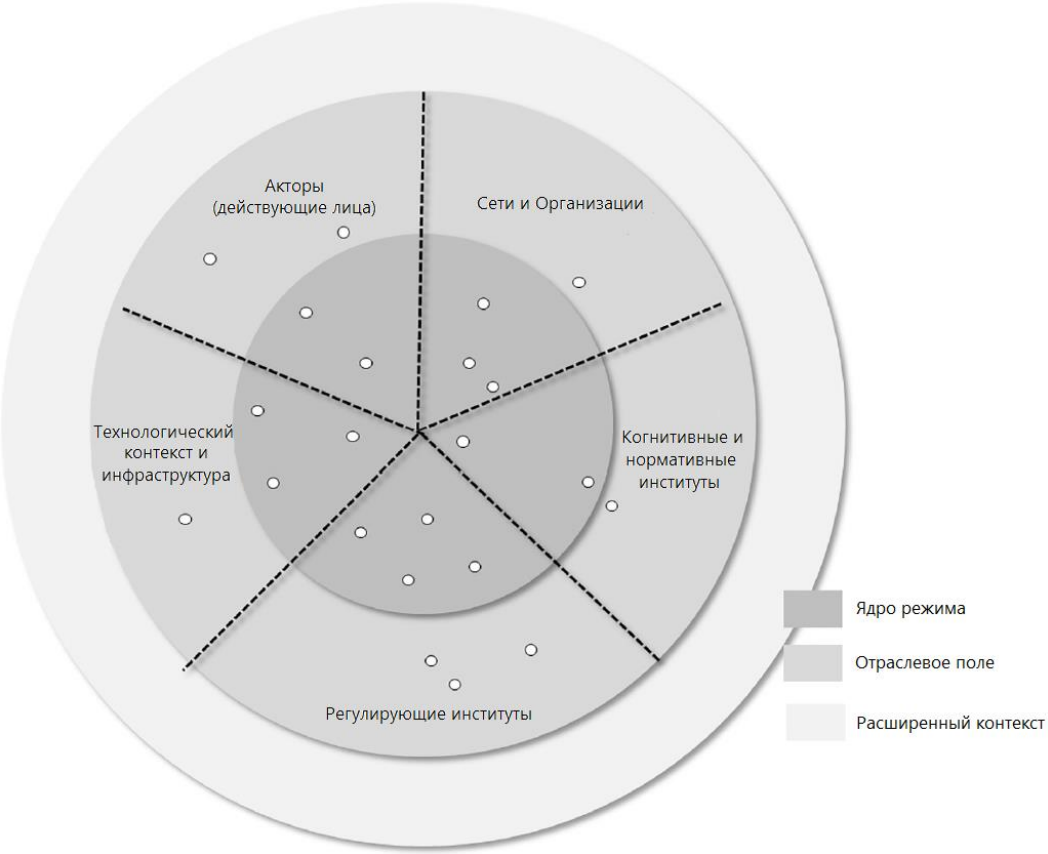

Рисунок 2. Картирование ядра социально-технического режима в организационном поле

Акторы (действующие лица) – это основные действующие лица в рамках режима, например, доминирующие разработчики и конкуренты на рынке, догоняющие, коммерческие и некоммерческие организации, противники (оппоненты) технологии, научно-исследовательские учреждения, типичные пользователи технологии.

Сети и Организации – характеризуют сети организаций и институциональные договоренности, складывающиеся на рынке, которые включают существующие цепочки создания стоимости технологий,

посредников в лице лоббистских ассоциаций, формальные и неформальные сети, характеристики рынка (ценности для потребителей, стоимостные характеристики) и существующие систему подготовки кадров и рынки труда.

Когнитивные и нормативные институты – это парадигмы и политические убеждения, доминирующие подходы к планированию и ожидания относительно технологий, имеющие воплощение в форме стратегических документов, законов, стандартов.

Регулирующие институты – это организации, осуществляющие регулирование в доминирующем секторе, включающие конкретные правительственные структуры, а также политика продвижения технологий (льготы и преференции) при взаимодействии с промышленной, региональной и экологической политикой.

Технологический контекст и инфраструктура – это формирующаяся с введением технологии среда, включающая появление поддерживающих технологий и сети организаций инфраструктуры (технопарков, акселераторов, конструкторских бюро и пр.).

Выявление взаимозависимостей между различными институциональными элементами происходит путем определения, изменится ли и насколько сильно изменится положение одного элемента в случае изменения положения на радиолокационном графике другого элемента.

Полноценный анализ динамики режима заключается в выявлении и анализе взаимодействия всех элементов системы, то есть действующих лиц, организационных конфигураций, сетей и институциональных договоренностей, когнитивных и нормативных институтов, регулирующих учреждений и технологической инфраструктуры.

ШАГ 2: Определение взаимоотношения между основными элементами, составляющими ядро режима. Различные институциональные элементы не только индивидуально институционализированы, но и объединяются в *«работающие конфигурации»* [18]. Ядро режима может быть заполнено несколькими внутренне согласованными, но взаимно противоречивыми конфигурациями, которые следуют различным институциональным логикам. Как следствие, режимы могут быть только полусвязными, а конфликты между различными элементами могут создавать разнообразную внутреннюю динамику.

Классическим примером являются современные больницы. Сегодня вполне нормально, что закрепившиеся институциональные единицы медицинской профессии (такие как стандарты гигиены, правила ухода за пациентами и т.д.) сосуществуют и частично вступают в конфликт с правилами экономической эффективности. Эти две институциональные логики могут создавать разнообразную напряженность и приводить к широкому спектру вариаций внутренней динамики в ядре режима. Например, изменение

профессиональной культуры врачей, использующих подходы альтернативной медицины, окажет существенное влияние на профессиональный опыт медсестер, тип используемых медицинских устройств и ожидания пациентов. Однако это не скажется на управленческих концепциях и процедурах бухгалтерского учета [18].

Такой подход позволяет связать изменения в институциональной среде с конфигурациями режимов.

Полноценный анализ динамики режима реализуется путем выявления и анализа взаимодействия всех элементов, возникающих при реализации социально-технического режима. Это возможно сделать, построив согласованные сценарии развития технологии (новые потенциальные конфигурации режима), основанные на тенденциях, которые влияют на основные институциональные элементы, определенные на первом этапе.

ШАГ 3: Уточнение того, как институциональная динамика в ядре режима взаимодействует с характеристиками технологического проектирования. Выявление конкретных характеристик технологии (продукта) на основе оценки потенциала реализации технологических тенденций и трендов.

ШАГ 4: Обсуждаются альтернативные варианты политики и стратегии в отношении отрасли. С одной стороны, политики и отраслевые стратеги (органы власти) могут использовать структуры будущего режима как ориентир для нестандартного мышления и определения надежных подходов к своим инновационным стратегиям; с другой стороны, аналитики могут использовать эти режимные структуры, чтобы реконструировать зачастую неявные предположения о будущих условиях институционального контекста, которые развивают сторонники конкретных технологических стратегий, и выявлять условия реализации этих предположений.

В итоге выбранные стратегии будут влиять как на динамику развития технологий, так и на изменения в институциональных условиях.

Следующий метод, использующийся в практике при ОТ, **развертывание функции качества (QFD – Quality function deployment)**. Впервые этот метод был предложен инженером Mitsubishi, членом японской ассоциации инженеров (JUSE) Yoshi Akao в верфи Кобэ в Японии.

Цель QFD – обеспечение такого качества создаваемой продукции на каждом этапе жизненного цикла продукта (от проектирования до поставки конечного продукта), которое бы гарантировало получение конечного результата, соответствующего требованиям и ожиданиям потребителя.

Применение QFD позволяет наиболее эффективно идентифицировать ожидания и требования потребителей и воплощать их в продукцию и, как следствие, резко сокращает время цикла "Исследование рынка – проектирование – производство – сбыт" и снижает затраты как на предварительную разработку

продукции (более чем в 5 раз), так и на выпуск пилотной партии продукции (на 20–40%) [27].

Основные этапы реализации QFD метода отражены в таблице 3.

Таблица 3. Этапы реализации QFD метода

1. Опрос потребителей (анкетирование). Составление потребительских требований
2. Ранжирование требований
3. Определение технических характеристик объекта, которые коррелируют с требованиями потребителя
4. Построение таблицы корреляции потребительских и технических характеристик
5. Построение таблицы технических характеристик
6. Определение абсолютного и относительного веса
7. Определение экономической и технической сложности реализации изменений
8. Сравнение с конкурентами
9. Получение решения

Источник: [28]

На первом этапе проводится опросы потребителей с целью выявления потребительских требований, из общего числа которых выбираются наиболее часто встречающиеся, которые на одном из следующих этапов используются для составления анкеты потребителя. Далее потребительские требования ранжируются в зависимости от потребительского спроса на них. На этапе 3 определяются инженерные характеристики в соответствии с потребительскими требованиями (взгляд на изделие с точки зрения инженера). После этого строится таблица зависимости каждого потребительского требования от конкретной инженерной характеристики. На пятом этапе строится таблица зависимости инженерных характеристик друг от друга для выявления возможных противоречий. Далее определяется абсолютный вес каждой характеристики и вычисляется относительный вес инженерных характеристик в зависимости друг от друга. После этого каждая инженерная характеристика рассматривается с точки зрения экономической и технической сложности реализации изменений. Применяются экспертные оценки, происходит корректировка целевых значений инженерных характеристик. На восьмом этапе производится анализ, оценка и сравнение продукции конкурентов с исследуемой продукцией. На завершающем этапе данные обрабатываются и выявляются направления и меры по усовершенствованию производства [28].

Использование QFD метода позволяет [27]:

- выявить из ожиданий потребителей ключевые требования и воплотить их в продукции;
- сократить время цикла «исследование рынка – проектирование – производство – сбыт» и, как следствие, снизить затраты на предварительную

разработку продукции более чем в 5 раз и затраты на выпуск опытной партии продукции – на 20-40%;

- более эффективно планировать производственные процессы за счет выявления потребительских признаков, оценивать прогнозный спрос и цену на продукцию;
- оптимально распределять и эффективно использовать ограниченные ресурсы;
- увеличивать рыночную долю благодаря более раннему появлению на рынке продукции с более высоким уровнем качества.

Основой и ключевым компонентом данного метода является **методика «Дом качества» (HOQ – House of Quality)** – это концептуальная матрица, которая обеспечивает средства планирования и коммуникации между клиентами и промышленностью. Разработка матрицы HOQ позволяет устанавливать потребности заказчика, выявлять недостатки технологий-аналогов и совершенствовать технологию, коммуницировать с заказчиками, инженерами и менеджерами, а также принимать более эффективные производственные решения.

Структура матрицы HOQ визуально напоминает дом и состоит из следующих разделов (см. рисунок 3) [19].

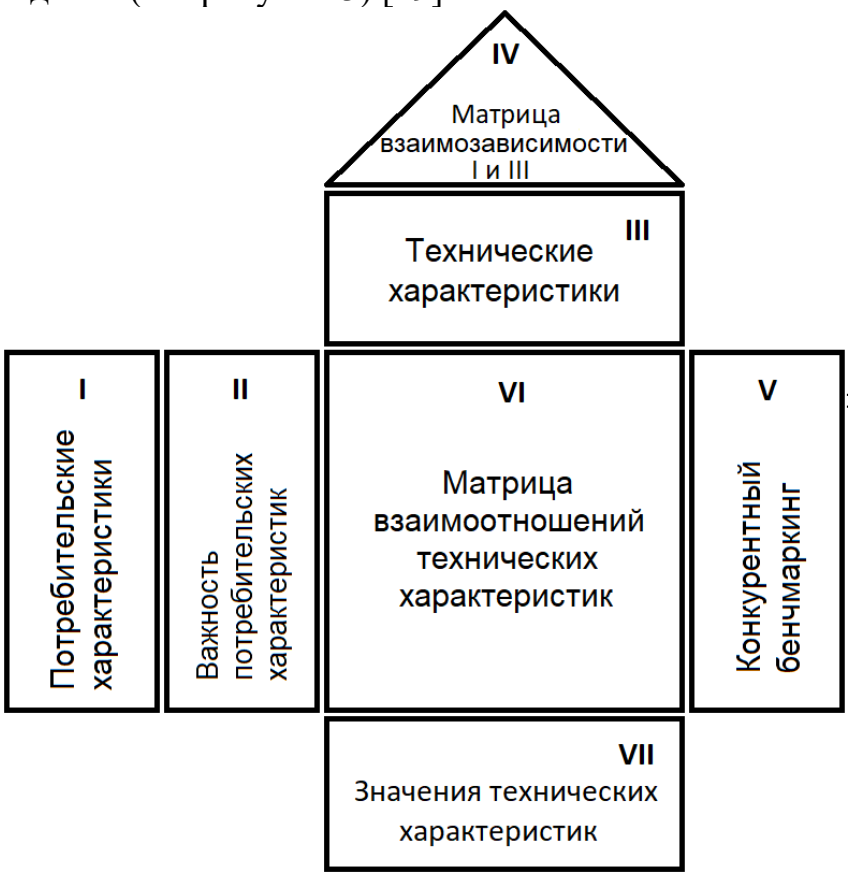

Рисунок 3. Структура матрицы «Дома качества»

Источник [30]:

I. Потребительские характеристики: начальные входные данные для построения HOQ, которые представляет собой список требований клиента к продукту или услуге, ориентированный на его потребности и ожидания. Выявление потребительских признаков получают с помощью фокус-групп, интервью, имеющихся в литературе данных, жалоб клиентов и т.д.

II. Относительная важность потребительских характеристик: вес потребительских признаков, установленный заказчиком, отражающий степень важности каждого признака по отношению к другим.

III. Технические характеристики: перечень технических параметров продукта или услуги, которые могут быть измерены и должны удовлетворять каждому потребительскому признаку.

IV. Матрица взаимозависимости I и III: является крышей HOQ и показывает силу взаимозависимости технических характеристик. Обычно обозначается символами «+» и «-».

V. Конкурентный бенчмаркинг: восприятие клиента, которое сравнивает потребительские признаки оцениваемого продукта (технологии) с конкурентами (аналогами), будь то ИТ-технологии или услуги. Обычно оценка признаков конкурентов осуществляется через шкалу баллов (от 1 до 5). В результате определяются направления улучшения продукта.

VI. Матрица взаимоотношений технических характеристик: является телом HOQ и указывает на соотношение потребительских признаков клиента и технических характеристик. Выражается в форме таблицы, столбцы которой соответствуют техническим характеристикам (III), а строки – потребительским признакам (I). В клетках отмечается уровень зависимости (цифрой или значком), если она есть.

VII. Значения технических характеристик: целевые значения для каждой инженерной характеристики, которые могут выступать в качестве базовой величины для сравнения параметров с конкурентами (аналогами).

На основе составления матрицы HOQ в методе QFD выявляются направления по усовершенствованию технологии и производства продукции.

Для оценки зрелости новой технологии используют **методику** определения **Уровня готовности технологии (TRL – technology readiness levels)**, разработанную НАСА в 1980-х годах как базовое описание данной системы и базовый уровень для оценки ее зрелости. Основным объектом оценки TRL является разработка единой технологии (компонента) и ее интеграция с другими технологиями в сложный продукт (который представлял собой выполнение космической миссии).

Оценка TRL берет свое начало в среде космических систем. Данный поэтапный процесс подготовки позволяет разработать эффективный и управляемый метриками процесс масштабирования технологий. Он также

использовался в качестве инструмента идентификации рисков для проектов, связанных с новыми технологиями.

В процессе реализации методики TRL происходит оценка: технологической готовности технологии (продукта), инженерной готовности, производственной готовности, операционной готовности, преимуществ и рисков, рыночной готовности [31] (таблица 4).

На основе результатов оценки делается вывод относительно готовности технологии и принимаются решения относительно действий, которые необходимо предпринять для ее дальнейшего превращения в конечный продукт.

Таблица 4. Этапы методики TRL оценки уровня готовности технологии

TRL	Уровень	Описание
9	Промышленная эксплуатация	Производственный процесс оказался технически и экономически целесообразным (на основе успешного испытания). Изделие удовлетворяет всем требованиям: инженерным, производственным, эксплуатационным, по качеству и надежности. Продукт выпускается серийно
8	Промышленная эксплуатация	Разработка реального устройства с применением новой технологии. Производственный процесс квалифицирован как технически осуществимый (на основе испытаний и демонстрации). Продукт выпускается мелкосерийно
7	Промышленная эксплуатация	Демонстрация опытного образца (прототипа) соответствующей промышленной системы в рабочих условиях с более высокими производственными показателями. Принимается решение об интеграции технологии в продукт
6	Пилотные	Проводится демонстрация репрезентативного полнофункционального образца в условиях пилотной установки с низкими производственными показателями (на стендовом оборудовании и в условиях, приближенных к натуральным). Поданы заявки на патенты
5	Лаборатория (стендовый реактор)	Продукты (детализированные макеты, трехмерные модели) проверяются в рабочих условиях. Изготовлен экспериментальный образец в реальном масштабе по полупромышленной технологии, проведены испытания расширенного набора функций в лабораторной среде с моделированием основных внешних условий и взаимодействия с другими изделиями, результаты согласуются с техническим заданием. Уточнены преимущества, стратегия защиты интеллектуальной собственности, план снижения рисков
4	Лаборатория (стендовый реактор)	Лабораторный образец (модель) изготовлен на лабораторном оборудовании. Проведено тестирование в расширенном диапазоне параметров, проверены основные характеристики. По результатам тестирования проведен сравнительный анализ данной упрощенной модели с окончательным образом системы. Заказчик принял/одобрил результаты тестирования. Разработана стратегия защиты интеллектуальной собственности

		Окончание таблицы 4
3	Лабораторно-аналитические инструменты	Проводятся аналитические и экспериментальные испытания и обоснование эффективности технологий, устанавливаются технологические характеристики (моделирование). Перечень характеристик и выборка (набор характеристик и функций макетного образца для тестирования) пока не являются репрезентативными, не включают второстепенные характеристики и проверку взаимодействия с внешней системой/средой. Разработаны предложения по стратегии защиты интеллектуальной собственности
2	Теоретический	Формулируются концепции технологии/продукта и ее применения. Обосновывается возможность создания новой технологии, проводится оценка экспертным сообществом. Разрабатывается методология тестирования, составляется техническое предложение. Формулируется предварительное техническое задание, составляется описание основных компонентов продукта и их связей, проводится моделирование продукта, разрабатывается предварительный дизайн. Проводится предварительный патентный анализ, анализ промышленных и технологических рисков. Патентный анализ показал реализуемость и отсутствие аналогичных решений
1	Теоретический	Начальный уровень зрелости технологии. Научные исследования начинают переходить в прикладные исследования. Формулируется идея решения физической или технической проблемы, основные принципы задокументированы. Проведен анализ существующих на рынке решений, определена потребность в новом продукте. Формулируется перспективное технологическое/ алгоритмическое/ архитектурное решение. Проведен экспертный анализ предлагаемого решения: ценность, удобство, реализуемость, прибыльность, востребованность, защищенность бизнеса, полезность для развития технологической базы исполнителя.

Источник: [33, 34]

С точки зрения развития проектов уровни развития технологий можно разделить на три типа в зависимости от результата (рисунок 4).

Проект 1-го типа охватывает 1-3 уровни, имеет научную идею и рабочую гипотезу исследования. В результате реализации такого проекта формируется научный принцип.

Проект 2-го типа охватывает уровни 4-6 и имеет в начале работы доказанную (теоретически или экспериментально) техническую реализуемость идеи. В результате реализации проекта на основе технологии выпускается опытный образец продукта.

Проект 3-го типа (7-9 уровни) имеет вначале базовую технологию и опытный образец продукта. В результате реализации проекта создается технология производства и выпускается серийный рыночный продукт.

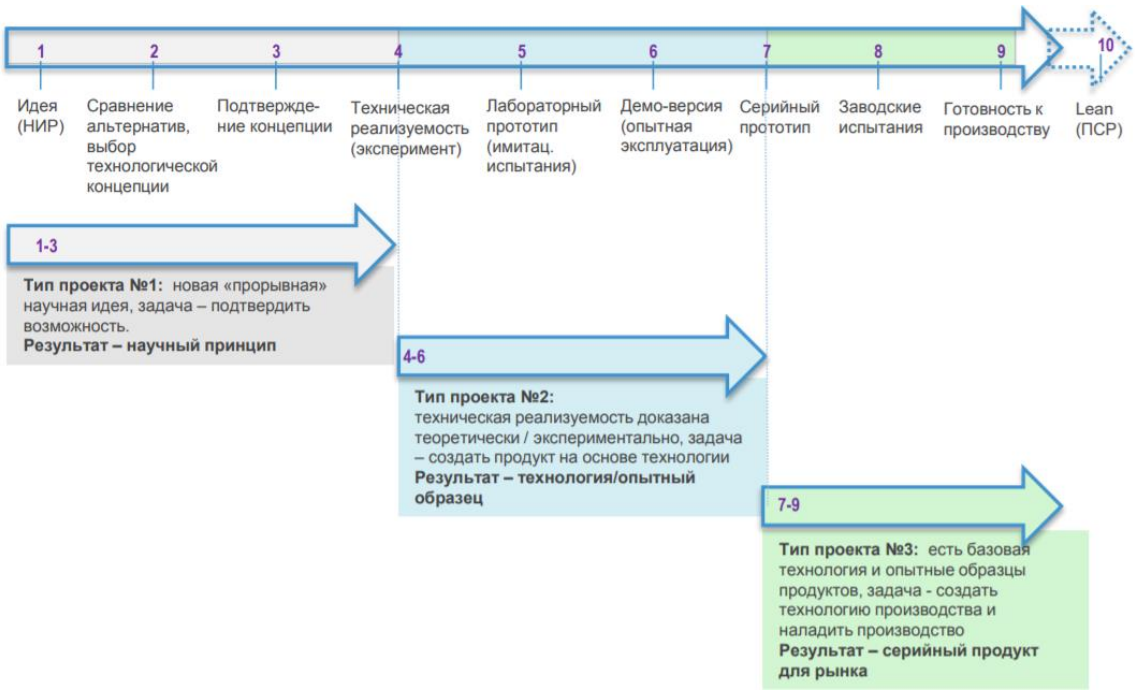

Рисунок 4. Типы проектов в соответствии с уровнями готовности технологии [35]

Преимущества методики TRL заключаются в обеспечении понимания уровня развития проекта и возможности управления рисками и принятия решений о финансировании проекта или передаче технологии. Среди ограничения применения методики можно выделить возможное наличие временного лага между готовностью технологии и степенью зрелости проекта, а также необходимость учета совокупности инженерных, промышленных, организационных, рыночных факторов и внешних рисков, влияющих на зрелость проекта.

Наряду с данным методом оценки технологической готовности и в дополнение к нему выделяют методы оценки рыночной готовности (Market readiness levels) [35] в таблице 5.

Методика MTL определяет рыночную готовность технологии, суммирует результат оценки рынка с учетом ценовых и потребительских качеств, выводимых на рынок и разрабатываемых продуктов конкурентов.

В рамках оценки проводится сбор и анализ обратной связи от потенциальных потребителей с помощью опросов (интервью), а также анализ бизнес-модели (business model canvas), объема рынка PAM (Potential Available Market), TAM (Total Addressable Market), SAM (Served/Serviceable Available Market), SOM (Serviceable & Obtainable Market), проведенного customer development.

Таблица 5. Описание уровней MRL

Уровень MRL	Описание
1. Определено наличие потребности рынка по литературным источникам	Оценен потенциальный объём рынка PAM (Potential Available Market). Проанализированы тренды, обзоры, конференции, динамика патентования Определены основные показатели качества. Проведено рецензирование внешними экспертами.
2. Определены и оценены целевые потребительские сегменты	Оценен общий объём целевого рынка TAM (Total Addressable Market). Определены ключевые компетенции и преимущества. Проведено сравнение по критическим параметрам и экономическим оценкам с конкурентами с учетом динамики рынка. Проведен анализ обзоров рынка, итогов конференций. Получена обратная связь о заинтересованности в продукте от потенциальных потребителей. Определена целесообразность выполнения проекта
3. Проведены конкурентный анализ, анализ поставщиков, уточнены характеристики продукта, способы монетизации	Разработана стратегия создания продукта. Выявлены количественные экономические преимущества для потребителя. Получена рецензия предложенного решения от заказчика. Проведены мероприятия по customer development. Определен облик конкурента. Уточнена ниша продукта и уточнена доля рынка по сегментам, включая глобальный рынок. Определено наличие на рынке компонентов и материалов. Сделана оценка стоимости владения технологией. Подготовлены материалы в формате представления инвестору
4. Уточнены конкуренты, поставщики, модели ценообразования	Оценен доступный объём рынка SAM (Served/Serviceable Available Market). Уточнены характеристики продукта, проведена адаптация модели ценообразования. Продуктовая стратегия защищена на уровне компании. Определены инвесторы и их области инвестирования для контакта на следующем уровне TRL. Определены поставщики критических компонентов, с которыми нужно заключить соглашения
5. Уточнена ценовая политика, выбраны канал продаж, приоритетные поставщики	По результатам тестирования экспериментального образца обновлена модель цены и уточнена ценовая политика. Выбраны канал продаж, приоритетные поставщики, диверсифицированы каналы поставок компонентов/материалов. Подготовлены ресурсы для работы с идентифицированными инвесторами
6. Уточнены спецификации продукта по каждому целевому сегменту, уточнена бизнес-модель	По итогам TRL 5 уточнены спецификации продукта по каждому целевому сегменту, уточнена бизнес-модель. Подготовлены ресурсы для работы с ключевыми лицами

Окончание таблицы 5	
7. Предварительный вывод на рынок	Уточнены конкурирующие продукты на международном рынке и уточнены критические преимущества продукта. Оценен реально достижимый объём рынка SOM (Serviceable & Obtainable Market). Определена основные условия сотрудничества. Разработана ценовая политика. Подготовлен финансовый план, включая финансовые показатели проекта. Осуществлен предварительный вывод на рынок. Проведено тестирование и подтверждение гипотезы о каналах продаж. Выпущены прайс-листы. Подготовлен плана маркетинга. Получены письменные подтверждения заинтересованности от партнеров / потенциальных потребителей
8. Отработка замечаний заказчиков	Отработаны замечания заказчиков по результатам предварительных продаж в соответствии с маркетинговой стратегией. Получена обратная связь от пользователей по конкурентным преимуществам. Зафиксированы бизнес-модели продаж. Организована система продаж и сервиса
9. Вывод на рынок	Вывод продукции на рынок. Совершенствование маркетинговой стратегии. Подготовка требований к новой версии продукта. Внедрена система управления качеством (например, ISO 9000).

Источник: [35]

Однако для выведения технологии (технологического продукта) на рынок необходимо оценивать более широкий спектр факторов и вопросов. Так, в современной практике существует метод сбалансированной оценки уровня готовности технологии (the balanced readiness level assessment, BRLa), который сочетает методики оценки технологической готовности (TRL), рыночной готовности (MRL), уровень нормативной готовности (regulatory readiness level, RRL), готовности к принятию (acceptance level readiness, ARL) и уровня организационной готовности (organizational level assessment, ORL) [21]. Данный подход позволяет провести многомерную оценку готовности разработки и внедрения технологий как с точки зрения развитости технологии, так и с точки зрения готовности рынка и потребителей к ее принятию и наличия юридических условий.

Сбалансированный подход к оценке уровней готовности позволяет провести пятимерную оценку (таблица 6):

- TRL – Уровень технологической готовности;
- MRL – уровень готовности к рынку – это характеристика готовности к коммерциализации технологии, отражающая насколько хорошо разработан процесс адаптации продукта к рынку;

- RRL – уровень готовности к регулированию – это легализация продукта;
- ARL – уровень готовности к принятию – это легитимация нового продукта или технологии. Это характеризует общественное признание новой технологии, связанное с обсуждением готовности к регулированию, социальной и политической приемлемости в отношении их срока, масштабирования готовности;
- ORL – уровень организационной готовности – в основном связан с освоением технологий и степенью совместимости новой технологии с существующими технологиями, организационными практиками и рабочими процедурами.

Шкала оценивания аналогична методике оценки TRL. Инструмент представляет собой серию из девяти вопросов для каждого типа уровня готовности, где каждый вопрос соответствует уровню по шкале выше. Анкета логически структурирована в фиксированной последовательности: для каждого из пяти измерений оценщик должен начать сверху и продвигаться вниз, пока не сможет ответить «Да» - что соответствует определенному уровню готовности.

Результаты могут быть представлены в виде пятиугольной диаграммы, где наглядно будут представлены уровни каждой из пяти шкал. Если технология полностью созрела по всем пяти шкалам, она будет соответствовать внешней линии. Чем менее готовой или зрелой является технология, тем ближе оценка будет находиться к центру рисунка.

Таблица 6. Шкалы многокритериальной сбалансированной оценки уровня готовности технологии (BTRL)

Уровень готовности технологии	**TRL**	**MRL**	**RRL**	**ARL**	**ORL**
1	формулируется конкретная технологическая идея	предположение о потребности на рынке	правовые или нормативные аспекты нового продукта непредсказуемы	технология является или будет рассматриваться как незаконная или социально неприемлемая	технология явно расходится с существующей практикой в данной области
2	идея четко описана	сформулировано описание продукта и рынка	продукт требует изменений в действующем законодательстве	значительная часть населения считает технологию неоднозначной и спорной	неясно, как технология должна быть интегрирована в существующие рабочими процессы или технологии
3	произведены эксперименты и получены доказательства идеи/концепции	потребности рынка и продукты эксплицированы или конкретизированы	использование или производство требуют изменений в регулировании и/или переосмысления правил	технология рассматривается как нежелательная или неуместная группами населения	есть сформулированная идея относительно того, как технология должна использоваться в рабочих процессах или существующих технологиях
4	составляющие технологии были протестированы и проверены в лаборатории и/или моделируемой среде	рынок проверяется, например, с помощью небольшой пилотной кампании	использование технологии потребует труднодоступных сертификатов или разрешений/уступок	технология рассматривается как сомнительная среди определенных групп населения	явно описано как будет происходить интеграция/слияние или замена технологии с существующими процессами
5	технология полностью была протестирована и проверена в лаборатории и/или моделируемой среде	проясняется бизнес-модель	сертификаты и прочая документация также требуются, но более легкодоступны	использование технологии рассматривается как неуместное или нежелательное ключевыми игроками в секторе	существует конкретный план того, как интегрировать или использовать технологию в существующих рабочих процессах и/или технологиях
6	технология демонтрируется в соответствующей окружающей среде	продукт был запущен для небольших групп	утверждения необходимы, но, вероятно, будут получены	использование технологии рассматривается как неуместное или нежелательное некоторыми субъектами в секторе	необходимы существенные организационные изменения для использования технологии
7	прототип системы тестируется в естественной среде	клиенты подтверждают удовлетворенность и/или прогресс	утверждения являются обязательными, но “не за горами”	технология рассматривается как сомнительная в отдельных частях сектора	необходимы незначительные организационные изменения для использования технологии
8	продукт был окончательно протестирован, проверен и запущена оптимизация функциональности	стабильная продажа позволяет прогнозировать доход	выполняются общие условия использования	технология рассматривается как сомнительная в среде маргинальных групп интересов	технология адаптирована или готова заменить существующие процессы или технологии
9	фактическая система доказывает свою работоспособность в использовании	рынок стабилен или растет	использование и производство одобрены нормативными актами или не являются проблематичными	использование и производство технологии являются общепринятыми или вообще не ставятся под сомнение	новая технология работает без проблем вместе с другими технологиями или в существующих рабочих процессах

Для проведения оценки в соответствии со шкалами для пяти различных оценок уровня готовности разрабатывается вопросник, помогающий классифицировать каждый из аспектов технологической готовности. Вопросник представлен в таблице 7.

Таблица 7. Вопросы для проведения Сбалансированной оценки готовности технологии

№ п/п	TRL	MRL	RRL	ARL	ORL
1	Технология полностью разработана и готова к использованию?	Продукт доступен на рынке через определенную бизнес-модель?	Есть ли регуляторные сложности в производстве/использовании продукта??	Использование и производство технологии социально приемлемо?	Может ли технология использоваться органично с уже имеющимися технологиями?
2	Технология протестирована и подтверждена на большом масштабе?	Спрос на продукт стабильный или растущий?	Выполняют ли общие требования производство и использование продукта?	Использование и производство технологии вызывает вопросы у немногочисленных групп?	Технология адаптирована к бизнес-процессам или к другим технологиям?
3	Технология протестирована и подтверждена в естественных условиях?	Был ли спрос на продукт на рынке?	Необходимые разрешения близки к получению?	Использование и производство технологии вызывает вопросы в некоторых частях отрасли?	Требуются только минимальные организационные изменения?
4	Прототип протестирован и подтвержден в релевантных условиях?	Был ли продукт продан в малых объемах?	Вероятно ли получение необходимых разрешений?	Использование и производство технологии вызывает вопросы несколькими игроками в отрасли?	Требуются ли большие организационные изменения для использования технологии?
5	Основные компоненты протестированы вместе и валидированы в лаборатории/симуляции?	Есть ли описанная бизнес-модель?	Понадобятся ли легко получаемые разрешения для пользования технологией?	Использование и производство технологии вызывает вопросы у ключевых игроков в отрасли?	Есть ли план интеграции технологии с существующими бизнес-процессами?
6	Основные технические элементы протестированы и валидированы один за другим?	Был ли рыночный спрос или идея подтверждены покупателями/участниками рынка	Будет ли использование технологии требовать получения разрешений?	Использование и производство технологии вызывает вопросы в группах населения?	Был ли описан процесс потенциальной интеграции технологии?
7	Концепт четко демонстрируем и описан?	Был ли рыночный спрос и продукт глубоко проанализирован?	Понадобятся ли регуляторные изменения для использования технологии?	Технология считается спорной среди групп населения?	Была ли сформулирована идея об интеграции/включении технологии?
8	Идея подробно описана?	Была ли идея о проблеме и технологическом решении четко сформулирована?	Понадобятся ли правовые изменения для использования технологии?	Технология считается спорной среди большей части населения?	Интеграция с существующими рабочими процессами проблематична или сложна?
9	Конкретная технологическая идея сформулирована?	Существует ли понимание о потребностях рынка?	Правовые и регуляторные аспекты технологии непредсказуемы/неизвестны?	Будет ли технология считаться социально неприемлемой или незаконной?	Будет ли технология представлять фундаментальный разрыв с существующими рабочими процессами?

Многокритериальный подход к принятию решений (MCDA). Методика TOPSIS (The Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution)

В рамках подходов и методов направления оценки технологий (Technology Assessment) в практике применяются методы многокритериальной поддержки принятия решений (Multi Criteria Decision Aid, MCDA). Так, MCDA принимаются на разных уровнях принятия решений – глобальном, национальном, отраслевом, корпоративном или конкретных наукоемких проектах.

Особенной популярностью методы MCDA пользуются в инновационном и технологическом менеджменте в компании при планировании и управлении технологиями (зачастую в энергетической сфере и сфере здравоохранения и LifeSciences), где сложность и неопределенность в основном обусловлены использованием множества критериев и большим количеством противоречивых целей и ограничений (технические, социальные, экономические и экологические проблемы). Системы поддержки принятия решений обеспечивают эффективную поддержку для оценки влияния технологий на успех компаний, основываясь на суждениях экспертов.

Сущность метода заключается в применении комплекса критериев оценки в совокупности с аппаратом нечетких множеств для обработки результатов опросов множества экспертов с разными мнениями и предлагаемыми решениями. Таким образом, ценность методов MCDA – в способности справляться со сложностью зачастую разных решений в условиях неопределенности.

Авторы обзорных статей [36-38] исчерпывающе рассмотрели самые современные методы MCDA, которые применялись с 90-х годов в различных областях, включая сервис. В данном же пособии автор приводит пример одного из современных методов MCDA, который называется TOPSIS (The Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution) для ознакомления обучающихся с подходом к решению задачи многокритериальной оценки технологии.

Метод TOPSIS предполагает, что в группу входят несколько лиц, принимающих решение (ЛПР), каждый из которых обладает различными навыками, опытом и знаниями, относящимися к различным аспектам (критериям) проблемы, а затем их мнения агрегируют, принимая во внимание важность критериев и вариантов принимаемых решений. Методологически, допуская процедуру голосования на основе коллегиального мнения, этот метод укрепляет консенсус в фирме и ограничивает возможные предубеждения, которые может внести ЛПР [39].

Алгоритм метода TOPSIS составляет 4 этапа:

ЭТАП 1. Анализ контекста принятия решений. Первый шаг в правильном принятии решений включает в себя определение того, какая проблема решается и почему, определение объема и границ для принятия решения, а также разъяснение ролей и обязанностей группы лиц, принимающих решения. Другими важными вопросами являются выявление мнений лиц, принимающих решения (ЛПР) и их моделирование в качестве вида входной информации.

ЭТАП 2. Определение критериев оценки технологий. Для проектов сферы здравоохранения и энергетики были выделены 17 критериев, характеризующие с макроэкономической точки зрения **привлекательность технологии** (насколько она способна создавать ценность) и ее **технологическую конкурентоспособность** (влияние, оказываемое технологией на конкурентное положение компании по отношению к конкурентам). При этом характеристика привлекательности технологии включает такие факторы, как:

- рыночный потенциал (коммерческое вознаграждение, полученное с помощью технологии);
- снижение затрат (вклад, вносимый технологией в снижение затрат);
- технологическая реализация (сложности и риски при разработке технологии);
- технические характеристики (технические аспекты, которые потенциально могут повлиять на стоимость);
- политические аспекты (политическое влияние на привлекательность).

Выделенные 17 критериев отражены в таблице 8.

Таблица 8 – Характеристика критериев оценки MCDA [39]

№ п/п	Критерий оценки	Характеристика
ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТЬ ТЕХНОЛОГИИ		
Рыночный потенциал		
1	Объем рынка, открытый технологией	Чем больше объем рынка, тем больше рыночный потенциал. Объем зависит от географического охвата, динамики спроса, временного горизонта и выгод, получаемых потребителями
2	Спектр применений, открываемых технологией	измеряет возможное количество применений, новых функций и новых сегментов рынка, открытых технологией. Чем выше эта переменная, тем выше рыночный потенциал из-за диверсификации рисков: снижается риск того, что сбой в приложении/функции/сегменте приведет к неудаче
3	Количество новых продуктов, открытых с помощью технологии	измеряет количество продуктов, открытых с помощью технологии. Чем больше количество продуктов, тем больше ожидаемое коммерческое вознаграждение
4	Потенциальное повышение производительности существующих продуктов	измеряет потенциальный вклад технологии в повышение производительности существующих продуктов. Это улучшение достигается за счет использования в уже существующих продуктах/семействах технологий, ранее не использовавшихся в таких продуктах/семействах

		Окончание таблицы 8
Снижение затрат		
5	Сокращение постоянных затрат	измеряет потенциальный вклад в сокращение повторяющихся затрат на существующие продукты
6	Сокращение единовременных расходов	измеряет потенциальный вклад в снижение безвозвратных затрат на существующие продукты
7	Сокращение затрат жизненного цикла (срока службы)	измеряет потенциальное сокращение затрат на жизненный цикл существующих продуктов. Эта оценка распространяется на все затраты (установку, управление и эксплуатацию, техническое обслуживание и модернизацию, остаточную стоимость), за исключением первоначальных затрат
Технологическая реализация		
8	Риски внедрения	измеряет неопределенность технологии для достижения результатов в рамках определенных ограничений по стоимости, времени и качеству
9	Уровень сложности	степень, в которой процесс разработки технологии может быть «запрограммирован» так, чтобы его можно было
Технические характеристики		
10	Уровень инновационности	Более инновационная технология создаст большую ценность, поэтому будет более привлекательной
11	Технологическая зрелость: уровень внутренней готовности	измеряет TRL, т. е. уровень зрелости, достигнутый исследуемой внутренней технологией (внутренний TRL)
12	Технологическая зрелость: уровень внешней готовности	измеряет TRL, т. е. уровень зрелости, достигнутый исследуемой внешней технологией (внешний TRL)
Политические аспекты		
13	Государственная (общественная) поддержка развития	Технология, получающая финансовую поддержку от государственных органов, сможет создать большую ценность и будет более привлекательной
ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ		
14	Разница между внешним и внутренним TRL	измеряет, насколько фирма опережает конкурентов в разработке технологии
15	Количество имеющихся зарегистрированных патентов на технологию (и в целом IPPM[2])	Способность фирмы защищаться от подражания важна для улучшения позиционирования по отношению к конкурентам. Чем больше количество патентов (и в целом IPPM), тем выше конкурентоспособность
16	Интенсивность конкуренции	измеряет концентрацию рынка[3]. Более высокая концентрация подразумевает меньшую конкуренцию и, следовательно, большую прибыль и более высокую прибыльность
17	Барьеры для имитации	Конкуренты защищают свои технологии от имитации с помощью таких барьеров, как IPPM. Более низкие барьеры позволяют компании легче имитировать и быть более конкурентоспособной.

[2] Intellectual Property Portfolio Management (IPPM) – сбор и управление совокупностью прав на интеллектуальную собственность (портфелем интеллектуальной собственности).

[3] Концентрацию внутри отрасли можно определить как степень, в которой небольшое число фирм составляет общий объем производства на рынке. Если концентрация низкая, это просто означает, что ведущие фирмы не влияют на рыночное производство, и отрасль считается высококонкурентной. Если же ведущие фирмы продолжают набирать долю рынка, то мы говорим, что отрасль стала высококонцентрированной.

ЭТАП 3. Сбор данных и внедрение аппарата интуитивной нечеткой логики (Intuitionistic Fuzzy Weighted Averaging, IFWA) для обработки результатов. Группам лиц, принимающих решения (ЛПР), предлагается высказать свое мнение о важности критериев оценки и мнений других лиц, принимающих решения, а также о влиянии различных технологий на предоставленные критерии.

Коротко сбор и анализ данных можно представить в алгоритме из 8 шагов:

– Шаг 1: Строим сводную матрицу решений по важности. То есть каждое ЛПР голосует за важность каждого из других ЛПР и все мнения объединяются в групповое мнение на основе интуитивной нечеткой шкалы.

– Шаг 2: Определяем веса ЛПР. Нельзя считать, что все ЛПР одинаково важны, поэтому выделяется набор оценок важности каждого ЛПР, индивидуальные мнения которых необходимо объединить в единое суждение.

– Шаг 3: Строим «агрегированную матрицу решений интуитивных нечетких множеств» на основе мнений ЛПР. Каждое ЛПР дает оценки каждой альтернативе в соответствии с выбранными критериями, затем все мнения объединяются в матрицу решений.

– Шаг 4: Определяем веса критериев. Поскольку не все критерии можно считать одинаково важными, для получения набора оценок важности каждого критерия необходимо объединить мнения отдельных ЛПР в единое суждение.

– Шаг 5: Строим «агрегированную взвешенную матрицу решений IF». После определения весов критериев и агрегированной матрицы интуитивных нечетких решений получается агрегированная взвешенная матрица интуитивных нечетких решений.

– Шаг 6: Получаем варианты идеально-положительных решений и идеально-отрицательных решений. То есть выбранные критерии группируются в два разных блока, один из которых включает все критерии, приносящие выгоду (доходы), а другой блок – критерии, приносящие затраты. После этого для каждого решения рассчитывается как интуитивное нечеткое идеальное-положительное, так и интуитивное нечеткое идеальное-отрицательное решение.

– Шаг 7: Рассчитываем меры разделения и коэффициент близости. Меры разделения каждого варианта от интуитивистских нечетких идеальных положительных и отрицательных решений вычисляются в соответствии с нормированным евклидовым расстоянием, и получается коэффициент относительной близости к идеальному решению.

– Шаг 8: Ранжируем варианты. Различные варианты ранжируются в соответствии с порядком убывания коэффициента относительной близости.

ЭТАП 4. Принятие решений. По результатам менеджерам необходимо решить, какие технологии они намерены развивать и финансировать. Определяется единственный наилучший вариант или несколько эквивалентных вариантов. Возможны ситуации определения трех вариантов, когда выделяются

предпочтительный вариант, вариант слабого предпочтения или нейтральный вариант.

Оценка инвестиционной привлекательности технологии (проекта)

Разработка и выведение на рынок новой технологии предполагает реализацию инновационного проекта, одним из важных этапов которого является привлечение внешнего финансирования. В случае привлечения как венчурного капитала, так и государственных инвестиций проводится оценка эффективности инвестиций.

Цели оценки эффективности инвестиционного проекта могут отличаться в зависимости от субъекта и объекта оценки (рисунок 5).

Рисунок 5. Структура эффективности инвестиционного проекта [40]

Понятие эффективности инвестиций отражает степень их соответствия целям и интересам участников инвестирования, которая оценивается по двум показателям: 1) эффективность инвестиционного проекта с социально-экономической и финансовой точек зрения; 2) эффективность участия в проекте с точек зрения реализуемости проекта и заинтересованности в этом всех участников.

При оценке проекта проводится анализ проекта на всех этапах жизненного цикла, прогноз финансовых потоков и учет будущих финансовых затрат и поступлений, оценка влияния рисков и учет инфляции, сравнение разных проектов для выбора оптимального решения, учет интересов всех участников проекта, оценка эффектов от реализации проекта.

Целью оценки инвестиционных проектов является понимание рентабельности инвестиций, сроков окупаемости и рисков проекта.

Этапы анализа и оценки эффективности инвестиционного проекта:

Этап 1. Определение целей проекта, общих инвестиционных и производственных издержек, определении привлекательности проекта для инвесторов, оценке риска инвестиций и обоснование целесообразности участия в проекте инвесторов и партнеров.

Этап 2. Анализ инвестиционных издержек и издержек производства, включая их расчет и составление смет, распределение финансирования по стадиям проекта и сравнительный анализ рентабельности.

Этап 3. Оценка показателей эффективности проекта и анализ эффективности участия в проекте, включающий определение состава участников и выбор схемы финансирования проекта.

Этап 4. Формирование стратегии финансирования, включая выявление источников финансирования, состава потенциальных инвесторов, условий их привлечения, обоснование выбора схемы инвестирования, выявление последствий его реализации, расчет сводного денежного потока для финансирования всех затрат по проекту.

Результаты оценки инвестиционного проекта отражаются в бизнес-плане.

Для расчета основных показателей оценки эффективности инвестиционного проекта на практике применяется две группы методов оценки: статические, не учитывающие фактор времени, и динамические, учитывающие временной фактор (дисконтирование, процентные ставки, инфляцию).

К статическим показателям относятся срок окупаемости инвестиций (PP) и рентабельность инвестиций (ROI), к динамическим – коэффициент эффективности инвестиций (ARR), чистый дисконтированный доход (NPV), индекс рентабельности инвестиции (PI), внутренняя норма рентабельности (IRR), модифицированная внутренняя норма рентабельности (MIRR), дисконтированный срок окупаемости инвестиции (DPP). При этом последние два показателя рассчитывают как дополнительные.

Показатели оценки эффективности инвестиционного проекта:

1) **Срок окупаемости инвестиций (Payback period, PP)** – период возмещения вложенных средств за счет прибыли, получаемой от реализации продукции. За это время инвестор сможет вернуть вложенный капитал.

Срок окупаемости первоначальных инвестиций PP говорит инвестору о сроке возврата ему первоначальных вложений.

Общая формула расчета срока окупаемости выглядит следующим образом (1):

$$PP = mint \text{ при котором } \sum_1^t CF_t = \mathrm{I}_0, \quad (1)$$

где PP – срок окупаемости инвестиций;

I_o – первоначальные инвестиции в проект;

CF_t – денежный поток от инвестиций в t-том году;

t – период расчета срока окупаемости.

Если есть возможность определить среднегодовой или среднемесячный доход от вложенных средств, то используется формула (2):

$$PP = \frac{I_0}{CF_{cr}}, \quad (2)$$

где CF_{cr} — среднегодовой доход от инвестиций.

Данный показатель прост и нагляден, но не учитывает фактор изменения стоимости денег во времени.

2) **Рентабельность инвестиций (Return on Investment, ROI)** – это отношение заработанных денег к потраченным (формула (3)):

$$PP = \frac{R-C}{IC} \times 100\%, \quad (3)$$

R – доходы от проекта/продукта (итоговая прибыль, полученная после продажи услуг и продуктов);

C – себестоимость проекта/продукта (затраты на производство товара, включающие в себя расходы на сырье, производственную мощность, маркетинг);

IC – сумма инвестиций (общий объем вложенных средств).

ROI показывает, окупились ли вложения и получил ли инвестор прибыль. Если ROI меньше 100% — вы понесли убытки. Если равен 100% — вложения окупились, но прибыли нет. Если больше 100% — вы получили прибыль.

3) **Коэффициент эффективности инвестиций (Account rate of return, ARR)** – показатель прибыли инвестора на один рубль инвестиций не меньше, соответствует процентной ставке за долгосрочный банковский кредит (формула 4).

$$\mathrm{ARR} = \frac{R_m}{IC_m} \times 100\%, \quad (4)$$

где R_m – среднегодовая прибыль от проекта/продукта;

IC_m – среднегодовая величина инвестиций, которая находится по формуле (5):

$$\mathrm{IC_m} = \frac{\mathrm{CC}}{2} \times 100\%, \quad (5)$$

где CC – исходная сумма капитальных вложений, если предполагается, что по истечении срока реализации анализируемого проекта все капитальные затраты будут списаны; если допускается наличие остаточной стоимости активов, то ее оценка должна быть исключена.

4) **Чистый дисконтированный доход (другие названия – ЧДД, интегральный эффект Net present value, NPV) –** сумма дисконтированных значений потока платежей, приведённых к сегодняшнему дню. Отражает увеличение капитала. Для расчета необходимо знать величину первоначальных инвестиций, денежный поток от реализации инвестиций в определенный момент времени, шаг расчета (месяц, квартал, год) и ставку дисконтирования (формула 6).

$$NPV = -\sum_{i=0}^{T}\frac{IC_i}{(1+r)^i} + \sum_{i=1}^{n}\frac{IC_t}{(1+r)^t}, \quad (6)$$

где IC_t – приток инвестиций в период от i=0 до T;

CF_t – денежный поток от инвестиций в t–год;

n – длительность жизненного цикла инвестиций;

r – норма дисконтирования.

Если вложения делаются одномоментно, то формула приобретает вид (формула 7):

$$NPV = -IC_0 + \sum_{i=1}^{n}\frac{IC_t}{(1+r)^t}, \quad (7)$$

где IC_o – первоначальные инвестиции.

Для упрощения расчетов NPV частное от деления $\frac{1}{(1+r)^t}$.

Если значение больше 1, инвестиции целесообразны.

Существует и другой способ расчета показателя (формула 8).

$$NPV = \sum_m \varphi_m \times \alpha_m(E), \quad (8)$$

где φ_m – значение дисконтирования денежного потока;

α_m – коэффициент дисконтирования, рассчитываемый по формуле (9):

$$\alpha_m = \frac{1}{(1+E)^{t_m}}, \quad (9)$$

где t_m – момент окончания m-го шага, выраженный в годах;

E – норма дисконта, выраженная в долях единицы, рассчитываемая по формуле (10):

$$E = \sum r_i \times \alpha, \quad (10)$$

r_i – стоимость каждого из n видов капитала;

α_i – доля в общем капитале (i = 1, 2, ..., n).

5) **Индекс рентабельности инвестиции (Profitability index, PI)** – отношение текущей стоимости денежного притока к чистой текущей стоимости денежного оттока с учетом первоначальных инвестиций. Показывает целесообразность инвестиционного проекта: если PI > 1 – это означает, что инвестиционный проект рентабельный и его можно принять к рассмотрению; если PI = 1 – проект должен быть подвергнут анализу по другим показателям оценки эффективности инвестиционных вложений, чтобы понять, принимать его к рассмотрению или отвергнуть; если PI < 1 – проект убыточен и снимается с рассмотрения.

Для небольших инвестиционных объектов со сроками реализации около года или несколько больше используют упрощенную формулу индекса доходности инвестиций (формула 11):

$$PI = \frac{\sum_{t=1}^{n} CF_t/(1+r)^t}{IC_0} = \frac{NPV}{IC}, \quad (11)$$

где IC_o – первоначальные инвестиции;

NPV – чистая текущая стоимость инвестиций;

IC – сумма инвестиций в проект**;**

Если значение PI больше единицы, то проект следует принять, если меньше — отвергнуть.

6) Внутренняя норма рентабельности (внутренняя норма доходности, Internal rate of return, IRR) – это значение ставки дисконтирования, при котором NPV проекта равен нулю. Определяет максимально допустимый уровень расходов по проекту.

Если проект финансируется за счет кредита от коммерческого банка, то IRR показывает верхнюю границу уровня банковской процентной ставки, превышение которой делает инвестиционный проект убыточным.

Математическое выражение внутренней нормы доходности выглядит так: IRR = r, при NPV = 0, или более подробно в формуле (12):

$$\frac{\sum_{t=1}^{n} CF_t}{(1+r)^t} = \frac{\sum_{t=0}^{n} IC_t}{(1+IRR)^t}, \quad (12)$$

где CFt – денежный поток от инвестиций в t-м году;

ICt – инвестиционный поток в t-м году;

n – срок жизни проекта.

То есть при равенстве доходов и инвестиций полученная норма представляет собой нижнюю границу ставки доходности, при которой инвестирование не целесообразно. Если полученный показатель IRR будет ниже средневзвешенной доходности капитала инвестируемого объекта, от проекта надо отказываться. Кроме этого, полученная норма доходности может служить нормой дисконтирования денежных потоков при расчетах показателей оценки инвестиционных проектов.

На практике показатель IRR рассчитывается либо при помощи финансовых функций программы Microsoft Excel, либо графическим способом, либо математическим способом с использованием упрощенной формулы. Математический способ расчета сводится к использованию метода последовательных итераций. В соответствии с этим методом выбираются два значения нормы дисконта $E_1 < E_2$ таким образом, чтобы в интервале $[E_1, E_2]$ функция IRR = f(E) меняла свое значение с «+» на «−» или наоборот. Далее применяют формулу (13):

$$IRR = E_1 + \frac{IRR(E_1)}{IRR(E_1)+IRR(E_2)} \times (E_2 - E_1), \quad (13)$$

где E_1 − норма дисконта, при котором $IRR(E_1) > 0$;

E_2 − норма дисконта, при котором $IRR(E_2) < 0$.

В качестве дополнительных от классических показателей рассчитывают:

7) **Модифицированная внутренняя норма рентабельности (Modified internal rate of return, MIRR)** – позволяет устранить недостаток внутренней нормы рентабельности, который может возникнуть в случае неоднократного оттока денежных средств, например, при долгосрочном строительстве объекта недвижимости. Реинвестирование в этом случае проводится по безрисковой ставке, величина которой может быть определена на основе анализа рынка.

8) **Дисконтированный срок окупаемости инвестиции (Discounted payback period, DPP)** – учитывает стоимость денег во времени. В случае дисконтирования срок окупаемости увеличивается, и проект, приемлемый по критерию PP, может быть неприемлемым по DPP. Определение периода окупаемости носит вспомогательный характер относительно внутренней формы рентабельности или чистой текущей стоимости.

В случае с инновационным проектом по разработке технологического продукта зачастую может потребоваться дополнительный расчет аналогичных показателей с привлечением независимых экспертов.

Условия принятия проекта к исполнению отражены в таблице 9.

Таблица 9. Обобщение основных методов оценки эффективности ИП

Показатель	**Условие абсолютной приемлемости проекта**	**Условие сравнительной приемлемости проекта**	**Измеритель**
Срок окупаемости (PP)	PP < PPнорм	$PP_{проекта1} < PP_{проекта2}$	Время
Бухгалтерская рентабельность инвестиций (ROI)	ROI > ROIнорм	$ROI_{проекта1} > ROI_{проекта2}$	%
Чистая приведенная стоимость (NPV)	NPV > 0	$NPV_{проекта1} > NPV_{проекта2}$	Ден. ед.
Индекс рентабельности инвестиций (PI)	PI > 1	$RI_{проекта1} > ROI_{проекта2}$	Ден. ед.
Внутренняя норма доходности (IRR)	IRR > RRR[4]	$(IRR - RRR)_{проект1} > (IRR - RRR)_{проект2}$	%

Источник: [40]

Наряду с классическими показателями эффективности инвестиционного проекта для целей внутреннего использования рассчитывают уровень безубыточности производства. Точка безубыточности – это уровень производства или уровень продаж продукции, в котором полученные доходы покрывают затраты (формула 14).

$$ТБ_p = \frac{C_f}{(P - C_v)}, \quad (14)$$

[4] RRR (Required Rate of Return) – желаемый уровень отдачи от ИП

где $ТБ_{ед.}$ – уровень безубыточности (в единицах);
C_f – постоянные затраты;
P – цена;
C_v – переменные затраты.

Уровень безубыточности в денежных единицах рассчитывается по формуле (15):

$$ТБ_{ден.ед.} = \frac{C_f}{(1-(\frac{C_v}{P}))}, \quad (15)$$

$ТБ_P$ – цена безубыточности;
C_f – постоянные затраты;
C_v – переменные затраты;
P – цена.

Уровень цены безубыточности рассчитывается по формуле (16):

$$ТБ_p = C_v + \frac{C_f}{Q}, \quad (16)$$

где $ТБ_P$ – цена безубыточности;
C_f – постоянные затраты;
P – цена;
C_v – переменные затраты;
Q – планируемый объем продаж.

Целевая цена продукции, которую необходимо устанавливать для того, чтобы покрыть затраты, рассчитывается по формуле (17):

$$P_{целевая} = ТБ_P + r \times \frac{IC}{Q}, \quad (17)$$

где $P_{целевая}$ – целевая цена продукции;
r – достаточный или нормальный уровень возврата на капитал (рентабельность капитала);
IC – инвестированный капитал.

Методика Nova RexLex

Методика оценки готовности технологии к коммерческому внедрению Nova RexLex разработана и применяется в практике одноименной компании. Nova RexLex (NRL) – это частная международная компания, являющаяся технологическим брокером, бизнес-посредником и координатором грантов и инвестиций в наукоемком бизнесе.

Методика оценки RexLex Nova позволяет не только определить уровень готовности согласно разработанной шкале (таблица 10), но и разработать стратегию коммерциализации технологии.

Таблица 10. Критерии оценки технологии по методике NRL

Код	Название уровня зрелости	Комментарий
A	ИДЕЯ минус	Концепция инновационного решения (электронный или письменный документ)
AA	ИДЕЯ	Детализированный план инновационного решения, технико-экономическое обоснование, бизнес-план, проведено маркетинговое исследование
AAA	ИДЕЯ плюс	В дополнение к этапу ИДЕЯ есть программа лабораторных тестов/исследований технологии
B	НИОКР минус	Исследование и эксперименты находятся в процессе проведения, но результаты еще не зарегистрированы
BB	НИОКР	Программа НИОКР завершена, результаты получены, прототип на завершающейся стадии создания
BBB	НИОКР плюс	По результатам успешного НИОКР начата программа производства (демо версия продукта / пилотное производство)
C	ПРОДУКТ минус	Демо (пилотные) версии продуктов были произведены, но еще не переданы в тестирование конечным пользователям (тестирующим группам)
CC	ПРОДУКТ	Тестирование у конечных пользователей и демонстрации работоспособности в процессе реализации
CCC	ПРОДУКТ плюс	Конечные пользователи предоставили обратную связь о продукте. Он может быть доработан
D	ТЕХНОЛОГИЯ	Готова система нематериального актива. Возможно серийное производство

Источник: [43]

Оценка технологии строится на основе алгоритма из 5 этапов, на каждом из которых объект оценки (технология, проект) набирает или теряет баллы. В результате по сумме набранных баллов принимается решение о вариантах коммерциализации. Стратегия коммерциализации технологии выстраивается исходя из формы продукта, целевой аудитории и источника финансирования, а также определенной бизнес-модели.

Алгоритм оценки NRL описан ниже:

ЭТАП 1. Поиск и анализ новизны оцениваемой технологии **(максимальная оценка 6 баллов)**

Смысл этапа: Если новизна технологии чрезмерная (редкий проект), то это свидетельствует о неприемлемо высоких научно-технических рисках – проект баллы не получает, его финансирование слишком рискованно. Если определено наличие значительного числа проектов по сходной тематике – новизна проекта отсутствует, он баллы не получает, уже имеются близкие аналоги. От одного до

шести баллов получают проекты с оптимальным уровнем новизны. Семантический анализ проводится, в том числе на платформе CORDIS[5].

В результате: проект получает (или не получает) баллы по уровню его новизны, также определяется автоматически тема грантового НИОКРа.

ЭТАП 2. Анализ подобных технологий и оценка потенциального ценового диапазона технологии **(максимум 3 балла)**

Смысл этапа: На данном этапе происходит поиск альтернативных технологий с использованием площадок (IP маркетплейсов[6]), где можно найти интеллектуальную собственность и приобрести права при желании.

По результатам сравнения объекта оценки с аналогами оценивается потенциальная цена. Если обнаружено, что на продажу выставлены прямые аналоги заявленных в проекте технологий – проект теряет баллы (до минус трех), поскольку проще приобрести готовую технологию, чем вкладываться в создание ее аналога. Если же аналогов технологии нет, но есть сходные технологии (цены, на которые близки к запросу на грант и инвестиции), то проекту присваивается от одного до трех баллов.

ЭТАП 3. Анализ защищенности интеллектуальной собственности **(максимум 3 балла)**

Смысл этапа: Если конкуренты запатентовали технические решений, существенно сходные с разрабатываемыми по проекту, то проект теряет до трех баллов, поскольку такие конкурирующие решения необходимо либо обходить, либо приобретать права на их использование. Если же сами инициаторы проекта имеют патенты, обеспечивающие им законную монополию на проектные технические решения, то проекту присваиваются от одного до трех баллов.

В результате: Корректируется политика проекта по патентованию разработок, уточняется перспектива получения грантов и инвестиций.

ЭТАП 4. Оценивается фундаментальность технологии **(максимум 3 балла)**

Смысл этапа: На основе изучения научных школ по направлению и области объекта оценки оценивается репутация ученых и их работ.

В результате: Если технология достаточно исследована, есть богатый фундаментальный задел, а у основателей научной школы – положительная репутация (т.е. отсутствуют данные о мошенничестве, о фальсификации научно-технических результатов, о несоответствиях заявленных результатов фактически достоверным) то технология получает 3 балла. Если репутация у основателей школы сомнительная, проект теряет до 3 баллов.

ЭТАП 5. Оценивается значимость технологии (**максимум 3 балла)**

---

[5] CORDIS – база информации о результатах финансируемых исследований – URL: https://cordis.europa.eu/en

[6] Для анализа используются российские и зарубежные базы данных патентов (патентных ведомств), перечень которых можно найти здесь: https://www.spmi.ru/sites/default/files/imci_images/sciens/pdf/informaciya_dlya_provedeniya_patentnogo_poiska.pdf, а также различные биржи патентов, например, https://i.moscow/patents

Смысл этапа: Имеются утвержденные ООН и другими организациями списки важных для человечества проблем, а также перечни актуальных задач на годы и на десятилетия. Проект получает баллы, если он позволяет приблизить решения важных для человечества проблем и актуальных задач. Потерять баллы нельзя. Худший результат, ноль баллов.

В результате: Определяются приоритетные для проекта грантовые программы – которые привязаны к проблемам человечества и к актуальным для человечества задачам.

Методика NRL позволяет объективно оценить вероятность получения грантов и инвестиций, усовершенствовать проект с целью увеличения вероятности получения грантов и инвестиций, определить приоритетную грантовую программу, пул инвесторов, а также тему НИОКТРа.

Таким образом, были рассмотрены различные методы оценки технологий, применяющиеся в практике разными акторами инновационной системы (предпринимателями и разработчиками, государственными органами власти и инвесторами) для получения аргументированной базы для принятия решений.

Как именно применяются методы и подходы (или их отдельные элементы) оценки технологий, будет рассмотрены в рамках Кейсов.

5. КЕЙСЫ

КЕЙС 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИЗАЙНА ПРОДУКТА ИСХОДЯ ИЗ ВЫЯВЛЕННЫХ СТРАТЕГИЙ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ ГЕРМАНИИ НА ОСНОВЕ ФОРСАЙТА И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА С ОРИЕНТАЦИЕЙ НА БУДУЩЕЕ (FTA)

В результате реализации институционального анализа, форсайта и анализа технологий, ориентированного на будущее (Future-Oriented Technology Analysis, FTA) применительно к сектору автомобильной отрасли Германии, были получены следующие результаты:

- определены основные глобальные тренды, способные оказать влияние на способы потребления в данном секторе в будущем;
- сформированы два варианта реализации выявленных тенденций.

В рамках Кейса Вам необходимо:

1) Ознакомиться с результатами применения методологии Оценки технологий с акцентом на институциональный анализ транспортной отрасли Германии;

2) проанализировать выявленные девять тенденций технологического и социального развития, способных повлиять на отрасль (структуру рынка, дизайн автомобиля будущего, взаимодействие участников транспортной системы) и сделать вывод об образе автомобиля будущего, исходя из определенных вариантов развития;

3) сформировать рекомендации или предложения для органов законодательной власти по поддержанию благоприятных условий реализации и развития отрасли (инфраструктурную и правовую основы) с учетом интересов всех групп участников взаимодействия в рамках функционирования транспортной социально-технологической системы.

Характеристика немецкой автомобильной отрасли

После Второй мировой войны доминирующей формой транспорта в Германии стало автомобильное перемещение. Моторизованный транспорт занимает особое политическое положение из-за высокой относительной роли автомобильной промышленности в экономике страны. По оценкам экспертов, около 5-7 млн рабочих мест в Германии прямо или косвенно зависят от автомобильного сектора. Автопром хорошо организован и имеет плотные сети поставщиков. В то же время существует и критическое мнение о негативном воздействии автомобилей на окружающую среду, здоровье человека и качество жизни.

За последние сто лет доминирующий дизайн автомобилей практически не изменился: это автомобиль с четырьмя колесами, местами для 4–5 человек, местом для багажа и двигателем внутреннего сгорания (ДВС) на ископаемом топливе (бензине, дизеле) в качестве двигательной установки.

На уровне институциональных структур существует хорошо продуманная система управления, проектирующая и поддерживающая инфраструктурную и правовую основу транспортной системы. Когнитивно-нормативные институты представлены в виде парадигм и видений транспортной политики и доминирующих подходов к планированию. Хорошим примером является взаимодействие между общественными ценностями и соответствующими парадигмами планирования, законодательством о планировании и развитием транспортной инфраструктуры. Кроме того, отношение и модели поведения, связанные с автомобилями и гражданами-пользователями, связаны с различными регулирующими, нормативными и когнитивными институтами.

Автопром, а также политическая система пытаются предвидеть и частично влиять на их отношение и предпочтения. Транспорт обладает производным спросом[7], то есть автомобили используются для удовлетворения потребностей, находящихся вне транспортного сектора – связанных с работой, покупками, отдыхом и т. д.

Рассмотрим применение методологии институционального анализа и форсайта:

ШАГ 1-2. Определение связанных с пользователями институциональных структур в ядре социально-экономического режима

Организационные структуры, связанные с пользователями, были объединены в три широкие измерения (в основные измерения социально-технологического режима):

1) **Модели доминирующего использования:** это измерение характеризует, как ежедневно эксплуатируются автомобили доминирующей формы, каковы основные цели использования и среднее пройденное расстояние;

2) **обязательство, требуемое от пользователей:** это измерение связано с готовностью пользователей инвестировать время и деньги в приобретение водительских прав, на покупку, владение, эксплуатацию и техническое обслуживание частного транспортного средства или на доступ к автомобилям с помощью других средств;

3) **социальное и инфраструктурное встраивание:** характеристика того, как связанные с использованием авто виды деятельности встраиваются в более широкие социальные контексты (дорожную инфраструктуру, ремонтные мастерские, автозаправки, нормативные акты) для эксплуатации и обслуживания автомобилей.

Далее на базе анализа эти три институциональных измерения были охарактеризованы для автомобильного режима в Германии.

Модели доминирующего использования: Доминирующим способом распоряжения объектом (в данном случае автомобилем) в режиме мобильной

[7] Производный спрос — спрос на производственные ресурсы (факторы производства), определяемый спросом на товары, для производства которых эти ресурсы используются.

отрасти Германии является полная частная собственность или, по крайней мере, постоянный доступ к персонализированному транспортному средству. Нынешний режим предполагает, что доминирующая форма использования для большинства автомобилей – универсальное транспортное средство. Таблица 11 иллюстрирует долю различных типов новых проданных автомобилей в Германии за 2015 год.

Таблица 11. Регистрация легковых автомобилей по типам в 2015 году в Германии

Тип	**Проданные автомобили в 2015 г.**	**Темп роста в 2015 г., %**	**Темп прироста по сравнению с 2014 г., %**
Мини	245374	7,7	+7,7
Автомобиль малолитражный	468588	14,6	+2,4
Компактный	848108	26,5	+5,8
Средний размер	423746	13,2	+11,4
Полноразмерный	113978	3,6	−6,6
Уровня люкс	30755	1,0	+3,0
Внедорожники	340097	10,6	+15,2
Вездеходы	259325	8,1	+11,0
Спортивный автомобиль	41455	1,3	+12,4
Фургон (грузовики)	264474	8,2	−9,3
Легкие коммерческие автомобили	129769	4,0	+5,2
Кемперы (жилые автовагончики)	28348	0,9	+10,1
Другие	12025	0,4	+6,7
Всего	**3206042**	**100**	**+5,6**

По сравнению с 2014 годом наблюдается некоторый сдвиг между спросом на типы автомобилей. Примечательно, что остается высоким спрос на дорогие внедорожные транспортные средства. Продажи внедорожников и вездеходов вместе достигли доли рынка около 15% из примерно 3 млн автомобилей, проданных в Германии, и эксперты ожидают, что эта доля удвоится в 2021 году.

Только 1/3 новых легковых автомобилей в Германии продается частным лицам, 2/3 относятся к различным формам служебных автомобилей, которые формально используются в коммерческих целях, но часто передаются сотрудникам для личного пользования. Модель автомобиля обычно связана с профессиональным статусом работника. Примерно через 4 или 5 лет многие автомобили попадают на огромный подержанный рынок и становятся частными автомобилями.

Чаще всего автомобили используются для путешествий. Например, в 2008 году около 83% всех совершенных поездок и около 80% всех человеко-километров были покрыты моторизованным индивидуальным транспортом. Интересно, что 98% ежедневных поездок короче 100 км. Что касается цели

поездки, поездки на работу и командировки теряют свою значимость. 2/3 всех поездок связаны с покупками, транзакциями и отдыхом, при этом тенденция к покупкам и отдыху продолжает расти. Таким образом, в дальнейшем видятся значительные изменения в использовании модели универсального транспортного средства.

Обязательство, требуемое от пользователей: в текущем режиме готовность пользователей тратить время и деньги на свои частные автомобили относительно высока. Автомобиль, как правило, является одним из самых дорогих объектов инвестиций для большинства домашних хозяйств (сразу после приобретения жилья). Кроме того, автомобили блокируют высокую долю обычного семейного бюджета. Но, кроме того, пользователи также сталкиваются с высокими альтернативными затратами, поскольку эксплуатация автомобиля требует больших вложений в виде времени на обучение и решение задач технического обслуживания. Получение водительских прав также стало дорогостоящим. Высокая доля расходов, связанных с владением автомобилем, создается за счет эксплуатации (например, топлива) и технического обслуживания (например, ремонта). Эти общие затраты на владение обычно недооцениваются пользователями. Ситуация несколько смягчается в случае автомобилей, находящихся в частном пользовании, где значительная часть затрат на эксплуатацию и техническое обслуживание покрывается компанией, а не пользователем.

Третье измерение относится к **социальному и инфраструктурному внедрению формы использования**. Нынешний режим характеризуется расчетной и плотной инфраструктурой поддержки, которая строго соответствует требованиям широкого использования автомобилей. Вокруг автомобиля была построена целая инфраструктура, и общество широко принимает и даже ожидает, что значительные общественные ресурсы будут вложены в дороги, парковки и т.д. Многим гражданам личные автомобили позволяют участвовать в общественной жизни. На символическом уровне автомобили все еще функционируют как символы статуса. Большинство граждан стремятся иметь личное транспортное средство.

С другой стороны, в обществе растет понимание негативных последствий автомобильного транспорта для здоровья человека и окружающей среды. «Парадигма устойчивого транспорта» формально доминирует в транспортной политике во многих городских районах, опираясь на большую часть населения.

ШАГ 3. Оценка тенденции технологического развития на основе сгруппированных конфигураций

Мегатенденции, характерные для Германии, и их предполагаемое влияние на институциональные аспекты

Три связанных с пользователями институциональных измерения режима автомобиля глубоко укоренились в более широком социальном контексте.

Чтобы определить потенциальные преобразования ядра режима в будущем, мы в дальнейшем разработаем ряд широко признанных тенденций, которые могут повлиять на позиционирование институциональных элементов в ядре режима. Основываясь на большом обзоре литературы о последних исследованиях Форсайта, связанных с транспортом, мы определили **девять тенденций**. Для каждого тренда были собраны эмпирические данные, свидетельствующие о том, что соответствующая тенденция продолжается в течение длительного времени (ПРИЛОЖЕНИЕ А).

В Таблице 12 данные тренды расположены в соответствии с их спецификой для автомобильного режима (то есть демографическая тенденция старения является очень общей тенденцией, которая влияет на все виды экономических секторов, тогда как пик автомобилей – это особый сдвиг в культурном значении автомобилей). Кроме того, в таблице указано, как эти тенденции могут повлиять на расположение основных элементов автомобильного режима в трех аспектах, связанных с пользователем.

Таблица 12. Выбранные мегатенденции и их предполагаемое влияние на институциональные аспекты

Мегатренд	**Общие воздействия**	**Предполагаемые воздействия на связанные с пользователями институциональные области**		
		1. Преобладающая форма использования	***2. Обязательство пользователя***	***3. Социальное встраивание***
Чувствительность к климату	приводит к различным изменениям, способствующим развитию более экологичных видов транспорта для сокращения выбросов парниковых газов (ПГ)	Тенденция выбирать автомобиль и форму использования, которая идеально соответствует личным потребностям	Готовность инвестировать в экоэффективную мобильность	Принятие правил по снижению выбросов парниковых газов; «Ультраэффективность» как «норма» и символ статуса
Демография старения	Более активные пожилые люди все больше путешествуют и многие из них по-прежнему могут управлять самостоятельно	Еще больше различий в предпочтениях (и отношениях) мобильности.	Более высокая ориентация на услуги	Изменения в структурах расселений
Индивидуализация	Больше возможных вариантов структуры расчетов и вариантов мобильности	Меньшая потребность в больших транспортных средствах, больше различий в предпочтениях	Больше различий в желании инвестировать в мобильность автомобилей; требуются более универсальные варианты транспорта	Варианты в структурах поселений и парковочных местах; разные точки доступа к сообществам

Окончание таблицы 11				
Новая работа	Больше интереса к виртуализации; острая необходимость совмещать работу и поездки	Гибкость, избегание поездок в «часы пик»	Гибкость / время поездки, используемое для работы	Повышение виртуализации рабочих процессов и встраивания в общество
Cocooning	Будет укреплять пользование автомобильным транспортом и обладание частной собственностью	Защита от чувства незащищенности в общественных местах	Полный контроль над автомобилем как личным пространством (автомобиль как «третье место»).	Безопасная инфраструктура, необходимо много парковочных мест
Виртуализация	Сниженный интерес к посещению реальных магазинов	Снижение потребности в большом багажном пространстве	Меньшее стремление инвестировать в более крупные автомобили	Расширение услуг доставки влияет на городские структуры
Совместная экономия	Сниженный интерес к личному владению автомобилем	Гибкое использование разных типов автомобилей	Отказ от владения автомобилями, отсутствие интереса к техническим вопросам автомобилей	Распространение и широкое доверие к интернет-услугам
Урбанизация	В городских районах пространство является ограниченным ресурсом; задача обеспечения высокого качества жизни в густонаселенных районах	В густонаселенных городских районах автомобили, как можно меньше; многие автомобильные поездки заменяются другими видами транспорта	Меньшее стремление инвестировать в большие автомобили	Повышение интереса общества к городам, пригодным для жизни
Пик авто	Машины менее привязаны к символам статуса; может появиться другой автопарк	Спрос на более широкий спектр транспортных средств	Альтернативные статьи бюджета (например, смартфоны) конкурируют с автомобилями в бюджете домашних хозяйств	Количество «обычных» автомобилей снижается, что влияет на цену и инфраструктуру поддержки

ШАГ 4. Выделение Сценариев будущих структур режима, связанных с пользователем

После определения 9 тенденций, которые могли бы изменить положение институциональных элементов в установлении режима, необходимо выяснить, какие факторы могут развиться в ядре режима будущего.

Анализируя Таблицу 12, был выделен ряд присущих тенденциям общих черт, а именно: растущая потребность в гибкости в использовании

автомобилей, более сильная ориентация на обслуживание, отказ от больших внедорожников и потенциальная замена по крайней мере некоторых ранее основанных на автомобилях видов деятельности интернета на основе услуг. Однако эти черты не позволяют сделать однозначный вывод о формировании индивидуальной мобильности в Германии. Только понимание, какая из девяти тенденций будет доминировать в будущем, позволит сделать вывод.

Однако не все потенциальные воздействия, перечисленные в таблице 12, указывают о развитии отрасли в конкретном направлении. Было выделено два основных сценария. Первая основана на тенденциях виртуализации, разделения экономики и пика автомобилей. Здесь основное развитие заключается в переходе к мультимодальным перевозкам, что сопровождается разделением владельцев автомобилей и их использования. В этом сценарии количество пройденных километров на душу населения не должно уменьшаться, а различные конструкции автомобилей не должны меняться слишком резко. Второй сценарий делает акцент на тенденциях коконирования и новых условиях труда. Здесь можно ожидать увеличения количества автомобилей на душу населения, поскольку владение автомобилем даже увеличит его значение в качестве доминирующей формы использования. Но в среднем отдельные транспортные средства могут быть меньше, поскольку они в основном должны гарантировать перевозку одного или двух человек на короткие и средние расстояния (в основном, поездки на работу или отдых).

Варианты развития транспорта в Германии исходя из группировки мегатрендов

Институциональные вариации I: обмен и интермодальность становятся доминирующими в институциональном ядре.

Развитие шейринговой экономики, которая становится всеобъемлющей экономической парадигмой в Европе и во многих других странах. Происходят изменения в преобладающей форме использования автомобилей. Большинство людей считают автомобили средством передвижения, которое просто необходимо для перевозки из пункта А в пункт В, когда нет более удобной альтернативы. Эту тенденцию инициировала высокая активность молодых людей в городах, которые не готовы взять на себя обязательства владения автомобилем. Эта тенденция распространилась на другие сегменты пользователей. Сложные схемы совместного использования автомобилями становятся доступны и в небольших городах. Они хорошо связаны с системой общественного транспорта и езды на велосипеде.

Автомобильные компании и многие операторы общественного транспорта диверсифицируют портфель систем совместного использования автомобилей и велосипедов, а также такси. Высокоинтегрированный диапазон опций хорошо согласуется с гибкой транспортной системой, которая позволяет работать дистанционно во время путешествий. В культурном отношении вождение будет

считаться пустой тратой времени, а автомобили не будут связаны с социальным статусом. Поездки, которые занимают более двух часов, будут осуществляться поездами или автобусами. Из-за развитости онлайн-покупок автомобили больше не нужны для перевозки частных товаров. Те люди, которые все еще нуждаются в личном автомобиле (например, для поездок на работу), обычно покупают дешевый автомобиль в автосалоне или через Интернет. Рынок в основном требует небольших и надежных автомобилей для целей их совместного использования. Разнообразие моделей сильно сокращено, требуется всего несколько стандартных моделей. Общее количество автомобилей в эксплуатации сильно снижается.

Институциональные вариации II: транспортные потребности определяют проблемы, связанные с коконированием и климатом.

В этом варианте владение авто остается доминирующей формой использования. Это вызвано тенденциями к коконированию. Люди стараются избегать использования общественного транспорта и предпочитают, чтобы они перемещались из точки А в точку В в индивидуальной среде. Текущая индивидуализация ведет к диверсификации систем убеждений, взглядов и представлений. Для многих граждан автомобили остаются символом статуса. Это отражается в растущем интересе к различным индивидуализированным автомобилям. В целом, бренды и индивидуализированные продукты имеют большое значение. Увеличивается количество транспортных средств и количество километров на человека. Доля домохозяйств со вторым или третьим транспортным средством сильно растет.

Под воздействием тревожных последствий изменения климата энергоэффективность и ресурсосбережение станут важнейшей парадигмой экономики и общества. Граждане не захотят отказываться от индивидуальных транспортных средств, но растет общественное признание экологических норм. Повышение экологической эффективности автомобилей неизбежно для снижения выбросов CO_2. Среди последствий – скоростные ограничения в 130 км/ч на автомагистралях и строгие правила, толкающие к более энергоэффективным транспортным средствам. Существует большой рынок транспортных средств размеров ниже обычных автомобилей (велосипеды, электронные велосипеды, скутеры, маленькие автомобили), особенно во многих домохозяйствах со вторым и третьим автомобилем. Во многих планах городского транспорта – стимулирование использования небольших автомобилей. Одной из эффективных мер является устройство небольших автостоянок и установление платы за заторы как стимула использовать автомобили меньшего размера.

КЕЙС 2. МАТРИЦА «ДОМ КАЧЕСТВА» ТЕХНОЛОГИЙ ПО РЕШЕНИЮ ПРОБЛЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ ОТЛОЖЕНИЙ В ПРОМЫШЛЕННЫХ ОПЕРАЦИЯХ

Российская компания «АквалидА» занимается разработкой промышленных систем водоподготовки. Одно из направлений работы компании – очистка пресной воды из поверхностных и подземных источников и ее подготовка к использованию в городах, селах и промышленных предприятиях, нуждающихся в собственных источниках водозабора. Кроме того, «АквалидА» разрабатывает схемы дополнительной очистки воды для водопроводных труб, которые строители устанавливают в новых домах для удаления из труб ржавчины, планктон и прочие загрязнения.

Бизнес-аналитики из Отдела по развитию компании оценили ситуацию на рынке и выявили проблему (а значит, и потенциальный спрос) недостатка доступных установок для опреснения соленой воды в населенных пунктах Астраханской области, Крыма и Казахстана, скважины которых наполнены соленой водой. Руководство поставило задачу перед Отделом научных исследований и опытно-конструкторских разработок (НИОКР) разработать модель такой установки с учетом потребностей потенциального заказчика, коим в данном случае могут выступать как представитель B2C сегмента (в лице домохозяйств) и B2B (строительные компании), так и B2G (в лице служб ЖКХ).

Как раз в это время группа ученых завершили обширное исследование имеющихся технологий по решению проблемы образования отложений в промышленных операциях. Данное исследование представляет собой сочетание библиометрического анализа и применение метода развертывания функций качества и матрицы «Дом качества» для определения наиболее подходящей [19]. Анализ проводился среди выборки актуальных научных публикаций высокорейтинговых журналов с последними достижениями в области разработки и внедрения технологий, контролирующих образование кальциевых и магниевых отложений в промышленных операциях при использовании морской воды.

ЗАДАНИЕ: Ознакомьтесь с результатами примененного метода Оценки технологий и сделайте выводы и ответьте на вопросы:

1) Какая из оцениваемых технологий имеет наименьшее воздействие на окружающую среду? (наиболее высокую оценку по 5-ти бальной системе)

2) Согласно рисунку матрицы Дома качества, какие из технических характеристик положительно влияют на себестоимость продукции?

3) какое(ие) решения необходимо принять руководству компании относительно целесообразности запуска установки опреснения соленой воды в населенных пунктах в производство с учетом использования одной из современных технологий?

4) какую технологию стоит рекомендовать руководству компании применить в создании установки опреснения соленой воды в населенных пунктах? Почему?

5) если руководство компании решит создавать устройства для опреснения воды на основе технологии контроля pH, каковы аргументы в пользу этой технологии и какие против?

Результаты исследования по Оценке технологий, контролирующих образование отложений в промышленных операциях

Ионы кальция и магния являются основными компонентами образования отложений в различных источниках воды, особенно в морской воде. Кальциевые и магниевые отложения вызывают проблемы в различных промышленных операциях, таких как установка обратного осмоса[8], нагревательная установка многоступенчатой мгновенной дистилляции, операция концентрирования в медно-молибденовой горнодобывающей промышленности, система охлаждения воды в электроэнергетике и операция закачки воды при добыче нефти и газа.

Образование отложений негативно влияет на промышленные операции, что выражается в увеличении времени производства и затрат на техническое обслуживание. В практике для контроля образования отложений промышленные предприятия применяют такие технологии, как: контроль pH, применение ингибиторов образования накипи или нанофильтрационной мембраны. Однако недостатки этих технологий могут вынудить искать альтернативные способы, которые могли бы стать потенциальными альтернативами для контроля образования отложений.

На базе библиометрического анализа были определены три широко применяемых в компаниях технологии (контроль pH, ингибиторы образования накипи и антискалант, нанофильтрационная мембрана) и выявлены восемь новых технологий, решающих проблему контроля образования отложений: биоминерализация, биосорбент, биоэлектрохимическая система, микробиологические опреснительные ячейки, газовый гидрат, применение диоксида углерода в качестве осадителя, ультразвуковая кристаллизация и емкостная деионизация.

Характеристика традиционных технологий приведена ниже.

1. Контроль pH осуществляется путем дозирования кислоты для снижения pH питательной морской воды до уровня 5-7. Кислота реагирует с карбонатными и гидроксидными ионами, присутствующими в морской воде, образуя H_2O и CO_2 и предотвращая образование $CaCO_3$ и $Mg(OH)_2$ главным образом потому, что ионы остаются растворимыми в образовавшемся растворе.

[8] Обратный осмос – процесс, в котором, при определённом давлении, растворитель (обычно вода) проходит через полупроницаемую мембрану из более концентрированного в менее концентрированный раствор, то есть в обратном для осмоса направлении. При этом мембрана пропускает растворитель, но не пропускает некоторые растворённые в нём вещества.

2. Ингибиторы образования накипи или антискалант – это химический реагент, используемый для контроля образования и/или осаждения накипи. Он не устраняет компоненты образования накипи, а предотвращает зарождение и рост кристаллов. Для выбора конкретного антискаланта и его доз необходимо провести опыты и определить состав питательной воды, типы и концентрацию неорганических солей.

3. Нанофильтрационная мембрана (НФМ) – это процесс разделения под давлением на основе мембраны. Мембраны являются ионоселективными, и их скорость удерживания определяется в соответствии с валентностью ионов. Таким образом, одновалентные ионы, такие как хлорид, натрий и калий, могут проходить через мембраны, в то время как многовалентные ионы, такие как кальций, магний, карбонат и сульфат, удерживаются на мембране. НФМ используется в качестве предварительной обработки для процессов обратного осмоса (ОО) и многоступенчатой мгновенной дистилляции (ММД).

Традиционные методы, применяющиеся на практике, были охарактеризованы по применению в промышленных операциях (таблица 13).

Как видно, существующие методы могут применяться не во всех операциях, и поэтому авторы исследования выявили и сформировали пул новых технологий, которые могут применяться для решения проблемы образования отложений в промышленности.

Таблица 13. Сравнительная характеристика технологий контроля за образованием отложений, используемых в промышленных операциях

Операция, в которой применяется технология	Технологии		
	Контроль pH	Ингибиторы образования накипи (*антискалант)*	Нанофильтра-ционная мембрана
Установка обратного осмоса (ОО)	✓	✓	✓
Отопительный агрегат многоступенчатой мгновенной дистилляции (ММД)	✓	✓	✓
Операция по обогащению медно-молибденовой руды	✓		
Система охлаждающей воды для электроэнергетики	✓		
Операция закачки воды при добыче нефти и газа		✓	

В Приложении Б дана краткая характеристика восьми новых технологий. Ученые сделали вывод, что новые технологии демонстрируют более высокие показатели по сравнению с тремя существующими технологиями контроля за образованием отложений с точки зрения выработки энергии из микроорганизмов, образования биологических отходов, использования

ограниченного количества реагентов и создания возможностей для использования CO_2 (g) в качестве сырья.

На базе анализа ученые выделили наиболее перспективную технологию – **микробных опреснительных ячеек (МОЯ)**, поскольку ее применение позволяет объединить процессы удаления отложений (накипи) и рекуперацию энергии в одном реакторе. А также внедрение МОЯ в процесс обратного осмоса может снизить общую нагрузку на мембрану обратного осмоса и, соответственно, затраты на опреснение воды [41].

Таким образом, для построения Дома качества наряду с традиционными технологиями, основанными на процессе обратного осмоса (1. Контроль pH; 2. ингибиторы образования накипи (*антискалант)*; 3. нанофильтрационная мембрана) взяли новую экспериментальную технологию: 4. микробные опреснительные ячейки (МОЯ).

Матрица Дома качества для оцениваемых технологий отражена на рисунке 6.

ШАГ I. Потребительские характеристики оцениваемых технологий были определены путем библиографического исследования с учетом проблем, преимуществ, недостатков и проблем каждой технологии. Анализ публикаций по запросу «современное состояние опреснения воды» позволило определить следующие характеристики: коррозия, биообрастание, воздействие на окружающую среду, потребление энергии, техническая зрелость.

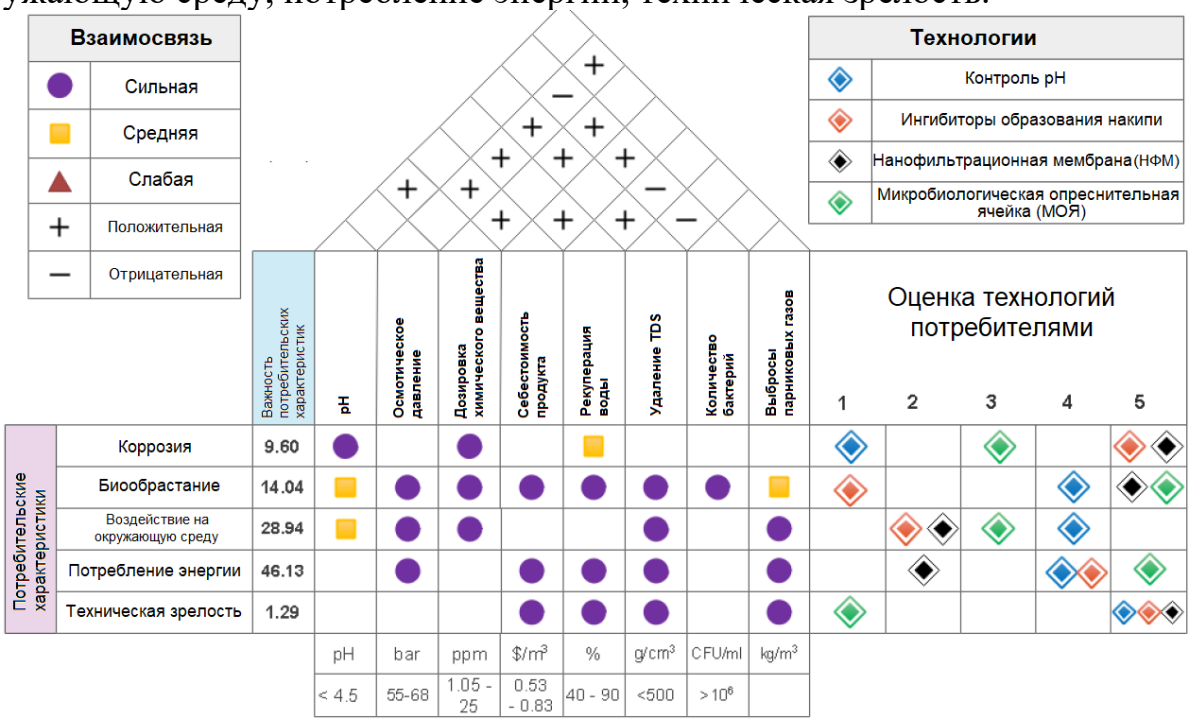

Рисунок 6. Дом качества для Оценки технологий контроля за образованием отложений, используемых в промышленных операциях

<u>Коррозия:</u> Контроль pH (◈) приводит к проблемам с коррозией, когда значение pH падает ниже 4.5. Ингибитор образования накипи (◈) вызывает

минимальные проблемы с коррозией. Кроме того, существуют ингибиторы накипи, предназначенные для предотвращения коррозии и образования накипи одновременно. НФМ (◈) имеет более разбавленный концентрированный поток отходов, а вода для продукта требует меньшей стабилизации, чтобы свести к минимуму коррозию распределительной системы. В технологии МОЯ (◈) одна из основных проблем – короткий срок службы электрода из-за высоко-коррозионных электролитов, которые находятся в системе, как в случае с морской водой.

Биообрастание: это важно, когда количество бактерий превышает 10^6 КОЕ/мл. Контроль pH не влияет на рост микроорганизмов, однако хлор является наиболее эффективным дезинфицирующим средством для дезактивации микроорганизмов на стадии предварительной обработки для процесса обратного осмоса. Ингибиторы образования накипи (антискаланты), в основном на основе полифосфонатов, вызывают образование биообрастания за счет дополнительного источника фосфора в морской воде, который увеличивает популяцию микроорганизмов. Для НФМ биообрастание не является проблемой, поскольку оно может удалять бактерии и мутность из морской воды. Кроме того, бактерии слишком велики и останутся в виде биопленки на поверхности, а не внутри пор мембраны. В технологии МОЯ имеется сепаратор в виде куска стекловолокна, прикрепленный к обращенной к воде стороне катода для предотвращения возникновения биообрастания.

Воздействие на окружающую среду: pH сброса в морскую воду обычно аналогичен или немного ниже, чем у морской воды. Обычные полимерные антискаланты имеют длительный срок службы и сохраняются в течение нескольких лет после их утилизации. Однако антискаланты на основе полифосфонатов могут стать питательными веществами, приводящими к проблемам эвтрофикации в морской воде. Технология НФМ сбрасывает соляной рассол в морскую воду при температуре окружающей среды, и его соленость составляет 70 г/л, что примерно вдвое превышает нормальную соленость морской воды. Кроме того, технология высвобождает 2,1 кг/м^3 CO_2 в окружающую среду. Технология МОЯ рассматривается как экологически чистая технология, поскольку может генерировать электроэнергию из микроорганизмов и оказать меньшее воздействие на окружающую среду

Потребление энергии: Кислота для контроля pH и антискалант добавляются насосами-дозаторами химических веществ, где потребление энергии насосом-дозатором H_2SO_4 составляет 1,51 E-05 кВт * ч/м^3 пермеата. Насос-дозатор для антискалантов использует 1,27 E-06 кВт * ч/м^3 пермеата. Для двухступенчатого процесса НФМ с исходной соленостью воды 35000 и 39000 мг/л потребление энергии равно 3,35 и 3,84 кВт * ч/м^3 соответственно, а поток пермеата составляет 254 и 295 мг/л соответственно. Технология МОЯ может генерировать электроэнергию из химической энергии, вырабатываемой

микроорганизмами. Это развивающаяся технология, способная производить от 180 до 231% энергии в виде водорода при опреснении раствора хлорида натрия с 30 г/л до 5 г/л. Осмотический МОЯ, который интегрирует прямой осмос в МОЯ, может производить 0,16 кВт * ч/м^3 энергии очищенной соленой воды.

Техническая зрелость: Контроль pH – это старая технология, которая широко использовалась в 1960-х и 1970-х годах в качестве единственной практической технологии для контроля за образованием отложений. Исследование 2000 года показало, что из 47 промышленных установок обратного осмоса 42,6% все еще используют контроль pH и 17% - антискаланты. Несколько исследований показали эволюцию НФМ как технологии предварительной обработки в опреснительной промышленности, которая переходит от пробного использования к коммерческому/промышленному применению. А МОЯ – это новая технология, фактически она разрабатывалась менее 15 лет. Технология используется в лабораторных условиях и требует капиталовложений.

ШАГ II. Относительная важность потребительских характеристик была определена исходя из расчета количества научных публикаций на сайте Science Direct, в которых упоминаются атрибуты каждого клиента. Соответственно, доля характеристики «коррозия» составила 9,6%, «биообрастание» - 14,04%, «воздействие на окружающую среду» - 28,94%, «потребление энергии» - 46,13%, «техническая зрелость» - 1,29%.

ШАГ III. Технические характеристики были определены из литературы, посвященной технической информации о технологиях контроля образования отложений, находящихся на стадии оценки. Перечень характеристик: pH, осмотическое давление, дозировка химического вещества, себестоимость продукта, удаление TDS, количество бактерий, выбросы парниковых газов. И здесь же произошло определение Значения технических характеристик (**ШАГ VII**).

ШАГ IV. Крыша Дома качества (матрица взаимозависимости I и III) заполняется положительными (+) или отрицательными (-) символами. Отрицательный символ указывает на то, что увеличение технической характеристики сопровождается уменьшением потребительской характеристики. Положительный символ указывает на то, что обе характеристики уменьшаются или увеличиваются одновременно. Характеристики, которые не взаимодействуют друг с другом, обозначаются пробелом.

ШАГ V. Конкурентный бенчмаркинг проводился с использованием результатов, полученных по потребительским характеристикам. Восприятие потребителя оценивалось по 5-балльной шкале, где 1-очень плохое, а 5-очень хорошее.

ШАГ VI. Матрица взаимосвязи технических характеристик представлена символами: ● – сильная, ■ – средняя и ▲ – слабая.

Таким образом, матрица Дома качества применена для оценки технологий контроля образования отложений в промышленных операциях. В данном случае основным методом сбора информации были научные публикации (библиометрический анализ). На практике же, зачастую данные предоставляют эксперты, заказчики (потребители) и при сборе данных используются метод Делфи, опросы и интервью.

КЕЙС 3. СБАЛАНСИРОВАННАЯ ОЦЕНКА УРОВНЯ ГОТОВНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ В СФЕРЕ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Группа норвежских оценщиков технологий провела углубленное исследование исторического развития виртуальной системы ограждения Nofence [21]. Система представляет собой набор устройств и программного обеспечения, состоящий из ошейника, прикрепленного к шее животного (козы, овцы или крупного рогатого скота), с маяком, который посылает и принимает спутниковые сигналы 4G. Ошейник содержит батарею (заряжаемую от солнечного света), а также блок Bluetooth в качестве резервного решения на случай, если батарея разрядится. Система подключена к приложению фермера, где фермер может устанавливать цифровые границы на карте, чтобы контролировать, где могут гулять животные. Выходя за пределы отведенной виртуальной огороженной зоны, животные начнут слышать звуковой сигнал от своих ошейников, увеличивающийся по громкости по мере отдаления, и в качестве последнего средства будет применен небольшой удар электрическим током. После некоторой тренировки животные учатся бежать обратно. Приложение фермера передает информацию о том, где находятся животные, каков уровень их заряда батареи и какое количество звуковых и ударных сигналов получило отдельное животное. Эта новая технология привлекла значительное внимание СМИ и привела к переговорам с национальными и местными органами власти.

Постановка задачи:

1) Ознакомьтесь с кейсом по оценке технологии и ответьте на вопросы, вследствие каких действий и в какой период технология переместилась с уровня TRL 1 на TRL 2, с уровня TRL 3 на TRL 5, и с уровня TRL 6 на TRL 7?

2) охарактеризуйте каждое из пяти направлений оценивая переход с одного уровня на другой. Заполните информацию о событии (и времени его свершения), послужившем индикатором того или иного для каждого из таблицу 14.

Таблица 14. Индикаторы уровней зрелости технологии Nofence (события и время его свершения) п результатам Сбалансированной оценки

Уровень	TRL	MRL	RRL	ARL	ORL
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					

3) сделайте вывод, что нужно, чтобы перейти от изобретения к внедренной технологии? На что должны обращать внимание финансирующие организации, участники рынка и консультационные службы при оценке новых продуктов и идей? Каковы важнейшие факторы в общей разработке и внедрении новой сельскохозяйственной технологии?

Сбалансированная оценка уровня готовности виртуальной системы ограждения Nofence

«Nofence» – это название технологии виртуального выпаса скота, разработанной небольшой норвежской компанией Nofence, которая начала свою деятельность в 2011 году.

Идея виртуальной системы ограждения была разработана вместе с основателем Оскаром Ховде Бернтсеном в 1990-х годах. Как это может работать, стало ясно позже, и первая заявка на патент была подана в 2009 году. В 2011 году была основана компания, и в период с 2012 по 2015 год они занимались интенсивной разработкой продукта и тестированием технологии. В 2016 году было проведено пилотное тестирование на 850 козах. Компания продолжала совершенствовать технологию в течение 2017 и 2018 годов, и в 2019 году Nofence успешно применялась для 4000 коз.

С 2017 и 2018 годов технология Nofence была модифицирована для использования на овцах и крупном рогатом скоте, и уже в 2019 году было проведено пилотное испытание. А в 2020 году Норвежское управление по безопасности пищевых продуктов (NFSA) дало разрешение для использования Nofence на овцах и крупном рогатом скоте. После чего можно констатировать, что Nofence, доказав свою работоспособность в естественной среде, достигла уровня TRL 9.

Уровень готовности рынка развивался вместе с TRL. По словам основателя, он понял, что поля все чаще выходят из употребления – отчасти из-за затрат на поддержание традиционных заборов, а отчасти из-за трудностей практики выпаса скота в меняющейся структуре сельского хозяйства. Таким образом, основная идея компании строилась на гипотезе, основанной на интуитивном предчувствии о наличии рынка для данной технологической идеи.

Однако четкого понимания структуры и потребностей рынка – с указанием MRL 3 – не было достигнуто до 2011 года, когда Nofence начала подавать заявки на государственную финансовую поддержку. Здесь основатели также столкнулись с трудностями, поскольку их видение развития рынка не соответствовало более стандартизированным исследованиям рынка, которые они должны были провести для получения финансирования. Однако в 2016 году было проведено пилотное исследование, показавшее, что технология находится на 4-м уровне MRL. Позже Nofence разработала бизнес-модель, в которой затраты частично покрывались за счет цен на устройства (ошейник для

животных, зарядные устройства, дополнительные батареи и т.д.), а также за счет стоимости дневного выпаса одного животного. Компания также разработала калькулятор цен, чтобы помочь клиентам определить годовые затраты на внедрение системы (https://www.nofence.no/priser). Это указывает на достижение уровня MRL 5. Следующий шаг в разработке MRL был сделан после одобрения NFSA в 2017 году. Затем продукт был произведен и продан клиентам, сделавшим предзаказ. Благодаря отзывам клиентов произошел быстрый рост продаж и развитие до MRL 9. Для овец и крупного рогатого скота одобрение NFSA было получено в 2020 году, что открыло еще больше возможностей для роста продаж.

Однако NFSA, защищающая права защиты животных, неохотно принимала новую технологию. Интерес же компании Nofence заключался в более широком использовании пастбищ на открытом воздухе и одновременном сокращении физических ограждений на полях. Спор возник, когда полномочия по утверждению разрешения были переданы в NFSA от «Комитета по экспериментам на животных» (“Animal-Experiment-Committee, AEC), который отвечал за утверждение экспериментов и испытаний на животных. У AEC были довольно хорошие отношения с командой разработчиков Nofence. Однако этот комитет был распущен в середине процесса утверждения, и их ответственность была передана NFSA, которая придерживалась гораздо более строгого подхода. В конце концов министр сельского хозяйства и продовольствия вмешался лично и «предложил» NFSA пересмотреть свою позицию, которую они заняли в 2017 году. Ведь готовность к регулированию – это легализация производства и использования технологии. А в случае с Nofence критическим моментом было одобрение NFSA. До 2017 года оценка по шкале RRL была неопределенной (в диапазоне от 3 до 7), а с получением разрешения от NFSA RRL достиг 9 RRL (для коз в 2017 году, для овец и крупного рогатого скота в 2020 году).

Nofence частично является альтернативой использованию постоянных физических ограждений, которые уже несколько лет являются своего рода «умирающей» технологией в норвежском сельском хозяйстве. Ведение сельского хозяйства на основе выпаса скота с использованием ограждения упрощается, хотя это может быть дорогостоящим. Начало использования Nofence включает в себя процесс обучения как для животных, так и для фермера. Фермер получает консультации через службу поддержки Nofence. Таким образом, по крайней мере на ранней стадии внедрения технологии требуются организационные изменения. Организационные связи, которые устанавливаются между пользователями и компанией Nofence, являются частью бизнес-модели Nofence. Для некоторых фермеров это может рассматриваться как препятствие при занятии сельским хозяйством с использованием виртуального ограждения, поэтому ORL компании оценивается в 7.

Результаты проведенной Сбалансированной оценки технологии можно представить в виде пятиугольной диаграммы (рисунок 7).

Рисунок 7. Результаты Сбалансированной оценки готовности технологии Nofence

КЕЙС 4. ВЫБОР ИСТОЧНИКИ ФИНАНСИРОВАНИЯ И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТА «ВИХРЕВАЯ МИНИ-ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ»

Компания (стартап) Turbulent [42], занимающийся производством генераторов для дизельных электростанций, имеет собственное небольшое подразделение «Отдел перспективных решений». Его задача – искать новые рыночные возможности для компании и запускать новые продукты на рынок.

Инженеры компании разработали небольшую вихревую гидроэлектростанцию, это нехарактерный для компании продукт, но из-за растущего тренда на микрогенерацию энергии и спроса на «зеленые» технологии в мире руководство компании решило, что это направление стоит развивать.

Принцип действия вихревой гидроэлектростанции похож на любую другую гидроэлектростанцию: турбина раскручивается за счет падающей воды, а генератор преобразует вращение в электроэнергию, принципиальное отличие – в форме чаши для воды с отверстием посередине (рисунок 8).

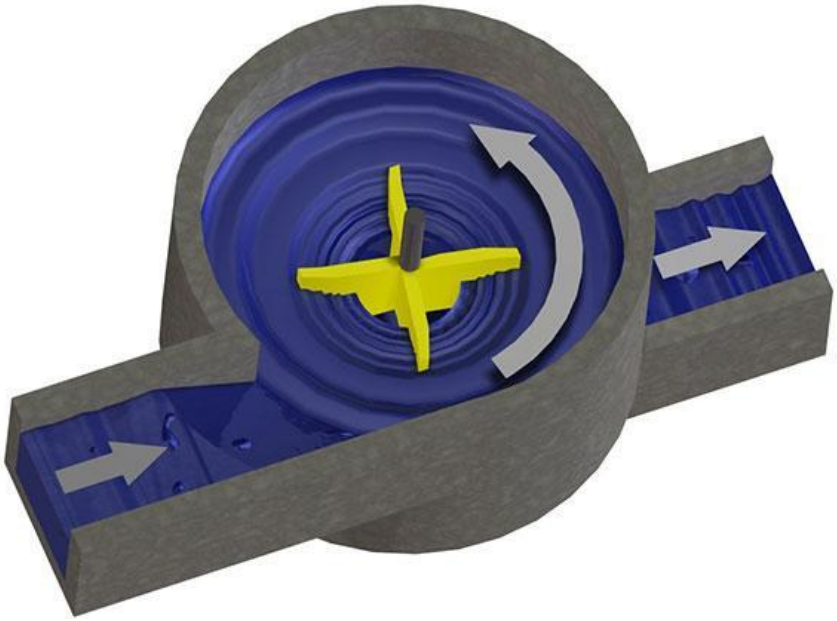

Рисунок 8. Модель вихревой гидроэлектростанции

Особенностей именно этого изобретения несколько:

- Нестандартное строение лопастей, они не травмируют рыбу и имеют сравнительно низкую скорость вращения от 80 оборотов в минуту;
- тщательно рассчитанная чаша для эффективного направления воды в турбину;
- небольшой вес генерирующей установки – менее 700 кг за весь комплект оборудования;
- расчетный срок службы основных частей – 25 лет;

- есть две основные модели: «Tiny» мощностью 5 кВт и «Mini» мощностью 15 кВт;
- для направления потока воды возводится бетонная конструкция похожая на воронку со шлюзами и защитными сетками;
- нет необходимости строить плотины для установки такой электростанции, она может быть установлена параллельно основному течению реки.

Технические характеристики указаны в таблице 15.

Таблица 15. Технические характеристики вихревой гидроэлектростанции

Модель	**«Tiny» 5 кВт**	**«Mini» 15 кВт**	**Единицы измерения**
Минимальный поток воды для стабильно работы	0,7	0,8	$м^3$/сек
Максимальный поток воды для стабильно работы	3,8	4,0	$м^3$/сек
Минимальная скорость вращения	80	80	об/мин
Максимальная генерация энергии в год	40 000	120 000	квт/ч
Номинальный поток воды	1,5	3	$м^3$/сек
Номинальный перепад высот	1,6	2	м
Диаметр рабочего колеса	800	1140	мм
Вес обрудования	315	625	кг

Для запуска производства компании необходимо привлечь объем средств, равный 500 000$. У компании нет собственных средств в таком объеме. Как и достаточного капитала или наработанной кредитной истории.

Планируется продавать по 10 установок каждого типа в год.

Возможная розничная цена модели «Tiny» – 6 000$, модели «Mini» – 12 000$.

Затраты на возведение бетонной конструкции для установки турбины равны примерно 20% от стоимости самой турбины.

Себестоимость моделей: постоянные затраты на производство обоих моделей составляет 200 000$ в год. Переменные затраты на модель «Tiny» – 2 000$, модель «Mini» – 4 000$.

Несколько источников привлечения средств на реализацию проекта:

1) Венчурное инвестирование. Условия: 30% прибыли компании от продажи продукта. Ставка дисконтирования 30%. Цель инвестора – обогащение;

2) Грант правительства на развитие ресурсосберегающих технологий. Условия: субсидирование проекта с обязательством предоставления продукта по цене, равной себестоимости. Цель грантодателя – развитие новых технологий в области «зеленой энергетики» и обеспечение ими соответствующих инфраструктурных объектов с последующей экономией средств.

3) Привлечение средств с краудфандинговых платформ. Условия – предоставление пользователями платформы необходимой суммы на реализацию

проекта с возможностью приобретения установок первой партии по минимальной стоимости. Цель – приобретение установок по минимальной стоимости.

4) Банковский кредит. Условия – 20% годовых сроком на 5 лет. Есть необходимость залога имущественных прав или положительной кредитной истории.

5) Иной вариант.

ЗАДАНИЕ

1) Сформулируйте описание (общее видение) продукта, который компания может запустить на основе своего изобретения. Какой продукт, по вашему мнению, будет наиболее успешен и почему? Учитывайте технические особенности установки и потребности целевой аудитории;

2) опишите потенциальную целевую аудиторию (или несколько) для вашего продукта. Почему именно они, какая аудитория имеет приоритет?

3) используя материалы лекции, определите точку безубыточности по проекту в денежном выражении;

4) выберите источник финансирования, подходящий стартапу наиболее всего. Почему, аргументируйте;

5) сделайте вывод об эффективности инвестиционного проекта для случая венчурного финансирования, рассчитав основные показатели эффективности инвестиционного проекта:

- чистая приведенная стоимость проекта (NPV);
- индекс доходности инвестиций (PI);
- внутренняя норма доходности (IRR, %);
- срок окупаемости первоначальных инвестиций (PP).

6) Заполните таблицу 16.

Таблица 16. Форма для ответов на задание Кейса

Задание	**Результат**
Описание (общее видение) продукта	
Потенциальная целевая аудитория	
Точка безубыточности	
Источник финансирования	
Показатели эффективности инвестиционного проекта	

Выводы и рекомендации

В пособии рассмотрены методы и подходы к оценке технологий с целью принятия решений относительно широкого круга вопросов, касающихся развития и вывода технологии на рынок. Данные методы применяются различными акторами национальной инновационной системы (представителями государства, науки, бизнеса, элементов инновационной инфраструктуры) для реализации своих целей и задач на всех уровнях управления – глобальном, макро-, мезо- и микроуровнях.

На примере оценки реальных технологий показано, как применяются современные методы оценки в целях:

- оценки возможного дизайна будущего продукта с учетом изменяющихся условий среды и мегатрендов;
- разработки законодательных инициатив для создания благоприятных условий в будущем;
- принятия решения относительно выбора подходящей технологии в компании для производства инновационного продукта;
- согласования мнения большого количества экспертных мнений относительно развития технологий и необходимых действиях;
- оценки стоимости производства, ценообразования и инвестиционной привлекательности инновационного проекта.

Рассмотренные кейсы затронули такие методы и приемы, как: институциональный анализ, форсайт, технологический анализ с ориентацией на будущее (FTA), развертывания функций качества (QFD), матрица «Дом качества» (HOQ), сбалансированная оценка уровня готовности технологии (BTRL), оценка уровня технологической готовности (TRL), оценка уровней готовности к рынку (MRL), многокритериальная оценка технологии (TOPSIS), экспертные опросы, анализ инвестиционной привлекательности технологических проектов, анализ безубыточности, методика Nova RexLex (NRL).

Приведенные Кейсы призваны дать представление о многоплановости данного направления исследований и сформировать умение и навык выявления аргументированных решений на основе анализа и синтеза, а также разработки стратегии развития и реализации проекта в составе команды.

В мировой практике исследовательское направление по Оценке технологий активно развивается уже довольно давно, однако до сих пор остаются актуальными вопросы сбора, обработки и анализа вариативных экспертных данных. Решение этих и других вопросов призвано способствовать решению существующей проблемы согласования интересов участников национальной инновационной системы, что, в свою очередь, сможет обеспечить развитие инновационной экономики.

Контрольные вопросы

1. Классификация технологий. В чем разница между признаками деления технологий по характеру производственного процесса и тип производства? Приведите примеры.
2. В чем отличие между инновацией и технологией?
3. Понятие оценки технологий в широком и узком смысле
4. Роль технологий в инновационной экономики
5. Элементы национальной инновационной системы
6. Приоритетные направления развития науки и техники в России
7. Матрица НТИ. Рынки инновационной экономики
8. Сущность функционально-стоимостного анализа (ФСА)
9. Метод институционального анализа в оценке технологий
10. Форсайт и технологический анализ с ориентацией на будущее (FTA)
11. Выделите наиболее актуальный на Ваш взгляд мегатренд (из выявленных в кейсе 1) с точки зрения силы воздействия в российских реалиях. Обоснуйте свое мнение
12. Метод развертывания функций качества (QFD) для принятия решений
13. Методика «Дом качества» (HOQ) как ключевой компонент метода QFD
14. Метод сбалансированной оценки уровня готовности технологии (BTRL)
15. Метод оценки уровня технологической готовности (TRL)
16. Метод оценки уровней готовности к рынку (MRL)
17. Многокритериальная оценка технологии MCDA
18. Сущность метода TOPSIS
19. Роль экспертных опросов в оценке новых технологий
20. Методы и приемы анализа результатов опросов экспертов
21. Анализ инвестиционной привлекательности. Оценка эффективности технологических проектов
22. Что понимается под «безубыточным» объемом производства и как он определяется при анализе чувствительности проекта к изменениям спроса.
23. Анализ и оценка патентоспособности технологии. Маркетплейсы патентов
24. Методика RexLexNova

Список используемой литературы

1. Владимиров, О.А., Пархоменко, А.А. Большая советская энциклопедия [Электронный ресурс]. – URL: https://gufo.me/dict/bse/Технология (дата обращения: 10.09.2021)
2. Banta, D. What is technology assessment? // International Journal of Technology Assessment in Health Care. – 2009. – 25:Supplement 1, pp. 7–9. – URL: https://www.cambridge.org/core/services/aop-cambridge-core/content/view/S0266462309090333 (date of request: 10.09.2021)
3. Российская Федерация. Законы. Налоговый кодекс Российской Федерации [Текст] : [федер. закон : принят Гос. Думой 31 июля 1998 г. : по состоянию на 2 июля 2021 г.]. – СПб. : Система Гарант. – URL: https://base.garant.ru/10900200/11e2106fa4ec328ea2d88df540010b52/ (date of request: 10.09.2021)
4. Woodward, J. Management and technology: Problems and progress in technology 3. London: HMSO, 1958.
5. Woodward, J. Industrial organization: Theory and practice. Oxford: Oxford University Press, 1965.
6. Thompson, J.D. Organizations in Action: Social Science Bases of Administrative Theory (With a new preface by Mayer N. Zald and a new introduction by W. Richard Scott ed.). New Brunswick, New Jersey: Transaction Publishers. (2003) [1967]. – ISBN 0-7658-0991-5.
7. Проект TAMI (Technology Assessment – Methods and Impacts), финансируемый ЕС, 2004. – URL: https://www.ta-swiss.ch/?uid=45 (дата обращения: 10.09.2021)
8. Юдин, Б.Г. Философия науки: Словарь основных терминов. – М.: Академический Проект. С.А. Лебедев. – 2004.
9. Tran, T. A., Daim, T. A taxonomic review of methods and tools applied in technology assessment // Technological Forecasting and Social Change. – 2008. – 75 (9), pp. 1396-1405.
10. Foster, R.N. Linking R&D to strategy // McKinsey. – 1981. – Q. 35–52.
11. Harris, J.M., Shaw Jr., R.W., Sommers, W.P. The strategic management of technology // Planning Review. – 1981. – Outlook 5, pp. 20–26.
12. Chien, C.F. A portfolio-evaluation framework for selecting R & D projects // R&D Managment. – 2002. – 32 (4), pp. 359–368.
13. Bitman, W.R., Sharif, N. A conceptual framework for ranking R & D projects // IEEE Transactions on Engineering Management. – 2008. – 55 (2), pp. 267–278.
14. Wang, C.H., Lu, I.Y., Chen, C.B. Evaluating firm technological innovation capability under uncertainty // Technovation. – 2008. – 28 (6), pp. 349–363.

15. Kester, L., Hultink, E.J., Lauche, K., Portfolio decision-making genres: a case study // Journal of Engineering and Technology Management. – 2009. – 26 (4), pp. 327–341.

16. Chiesa, V., Frattini, F., Lazzarotti, V., Manzini, R. Designing a performance measurement system for the research activities: a reference framework and an empirical study // Journal of Engineering and Technology Management. – 2008. – 25 (3), pp. 213–226.

17. Van Wyk, R.J. Technology assessment for portfolio managers // Technovation. – 2010. – 30(4), pp. 223–228.

18. Truffer, B., Schippl, J., Fleischer, T. Decentering technology in technology assessment: Prospects for socio-technical transitions in electric mobility in Germany // Technological Forecasting and Social Change. – 2017. – Vol. 122, ps. 34-48. – doi: https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.04.020 (date of request: 10.09.2021)

19. Cruz, C., Cisternas, L.A., Kraslawski, A. Scaling problems and control technologies in industrial operations: Technology Assessment // Separation and Purification Technology. – 2018. – Vol. 207, pp. 20-27. – doi: https://doi.org/10.1016/j.seppur.2018.06.023 (date of request: 10.09.2021)

20. Beims, R.F., Simonato, C.L., Wiggers, V.R. Technology readiness level assessment of pyrolysis of trygliceride biomass to fuels and chemicals // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2019. – 112. – pg. 521–529.

21. Vik, J., Melås, A. M., Stræte, E. P., Søraa, R. A. Balanced readiness level assessment (BRLa): A tool for exploring new and emerging technologies // Technological Forecasting and Social Change. – 2021. – 169, pp. 120854. – URL: doi:10.1016/j.techfore.2021.120854 (date of request: 10.09.2021)

22. Силакова, Л.В. Формирование и развитие механизма интеграции университета в национальную инновационную систему [Текст] : дис. … канд. экон. наук : 08.00.05 : защищена 16.03.17 : утв. 23.07.17 / Силакова Любовь Владимировна. – М., 2016. – 220 с. – Библиогр.: с. 162-186.

23. Матрица НТИ // Национальная технологическая инициатива: [сайт], 2017 – URL: https://nti2035.ru/nti (дата обращения: 10.09.2021)

24. Пимонов, М.В. Функционально-стоимостной анализ : учебное пособие / М. В. Пимонов. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2017. – 110 с. – ISBN 978-5-906969-34-7. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/105459 (дата обращения: 05.09.2020). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

25. Соколов, А.В. Что такое форсайт? // Форсайт. – 2007. – №1. – URL: https://foresight.hse.ru/whatforesight (date of request: 10.09.2021)

26. Fuenfschilling, L., Truffer, B. The structuration of socio-technical regimes-conceptual foundations from institutional theory // Res. Policy. – 2014. – No 43, 772–791. – doi: 10.1016/j.respol.2013.10.010 (date of request: 10.09.2021)

27. Вашуков, Ю.А., Дмитриев, А.Я., Митрошкина, Т.А. QFD: Разработка продукции и технологических процессов на основе требований и ожиданий потребителей // Методические указания. – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2012. – 32 с.

28. Суворова, Л.А., Цвиров, Р.П. Применение методологии QFD и статистических методов управления качеством продукции на промышленном предприятии // Качество. Инновации. Образование. – 2005. – №2. – с. 72-77

29. Cruza, C., Cisternasa, L.A., Kraslawski, A. Scaling problems and control technologies in industrial operations: Technology assessment // Separation and Purification Technology. – Volume 207, 22 December 2018, pp. 20-27.

30. Adiano, C., Roth, A. V. Beyond the house of quality: dynamic QFD // Benchmarking for Quality Management & Technology. – 1994. – 1 (1), pp. 25-37.

31. Петров, А., Сартори, А., Филимонов, А. Комплексная оценка состояния научно-технических проектов через уровень готовности технологий // Научная экспертиза. – 2016. – doi: 10.22394/2410-132X-2016-2-4-244-260 (date of request: 10.09.2021)

32. Петров, А.Н., Сартори, А.В., Филимонов, А.В. Комплексная оценка состояния научно-технических проектов через уровень готовности технологий // Экономика науки. – 2016. – Том 2. – №4. – С. 244-260.

33. Beims, R.F., Simonato, C.L., Wiggers, V.R. Technology readiness level assessment of pyrolysis of trygliceride biomass to fuels and chemicals // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2019. – 112. – pg. 521–529.

34. ГОСТ Р 56861-2016. Система управления жизненным циклом. Разработка концепции изделия и технологий. Общие положения. [Электронный ресурс]. – Введ. 2016-10-01. Система Гарант. – 2016. – Приложение А, 01.10.2016. – URL: https://base.garant.ru/71865034 (дата обращения: 10.09.2021)

35. Филимонов, А.В. TRL\MRL\CRL Вопросы календарного и финансового планирования // Инновации Росатома: [сайт], 2018. – URL: http://www.innov-rosatom.ru/upload/medialibrary/62c/4_TRL_Филимонов.pdf (date of request: 10.09.2021)

36. Mardani, A., Jusoh, A., Zavadskas, E.K. Fuzzy multiple criteria decision-making techniques and applications – two decades review from 1994 to 2014 // Expert Syst. Appl.. – 42 (8), pp. 4126–4148.

37. Mardani, A., Jusoh, A., Zavadskas, E.K., Cavallaro, E.K., Khalifah, Z. Sustainable and renewable energy: an overview of the application of multiple criteria decision making techniques and approaches // Sustainability. – 2015. – 7 (10), pp. 13947–13984.

38. Mardani, A., Zavadskas, E.K., Khalifah, Z., Jusoh, A., Nor, K.M.D., Nor multiple criteria decision-making techniques in transportation systems: a systematic review of the state of the art literature // Transport. – 2015. – 31 (3), pp. 1–27.

39. Aloini, D., Dulmin, R., Mininno, V., Pellegrini, L., Farina, G. Technology assessment with IF-TOPSIS: An application in the advanced underwater system sector // Technological Forecasting & Social Change. – 2017. – vol. 131. – URL: DOI:10.1016/j.techfore.2017.07.010 (date of request: 10.09.2021)

40. Теслюк, Л.М., Румянцева, А.В. Оценка эффективности инвестиционного проекта // Учебное электронное текстовое издание. Информационный портал УрФУ. – 2014. – URL: https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/27977/1/tesliyk_rymaynceva_2014.pdf (date of request: 10.09.2021)

41. Sophia, A.C., Bhalambaal, V.M., Lima, E.C., Thirunavoukkarasu, M. Microbial desalination cell technology: Contribution to sustainable waste water treatment process, current status and future applications // Journal of Environmental Chemical Engineering. – 2016. – 4 (3), pp. 3468-3478.

42. Проект вихревой мини-гидроэлектростанции: [сайт], 2020 – URL: https://www.turbulent.be (дата обращения: 10.09.2021)

43. The «maturity» of the project guidelines» (Nova RexLex standard) // RexLex Nova: [сайт], 2021 – URL: http://novarexlex.com/areas-of-projects-we-coordinate (дата обращения: 10.09.2021)

Список рекомендуемой литературы

1. Инновационные технологии производства йодсодержащих комплексов: оценка показателей качества и безопасности : монография / Е. Е. Пономарев, А. Н. Мамцев, В. Н. Козлов, А. В. Яровой. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 140 с. — ISBN 978-5-8114-2716-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/167434 (дата обращения: 12.09.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей

2. Статистические методы оценки качества продукции : учебное пособие / М. Ю. Полянчикова, Н. И. Егорова, А. Н. Воронцова, А. А. Кожевникова. — Волгоград : ВолгГТУ, 2019. — 128 с. — ISBN 978-5-9948-3379-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/157192 (дата обращения: 12.09.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Экологическая оценка применения технологии No-Till в Ростовской области : монография / К. Ш. Казеев, Г. В. Мокриков, Ю. В. Акименко [и др.] ; Ответственный редактор К. Ш. Казеев. — Ростов-на-Дону : ЮФУ, 2018. — 332 с. — ISBN 978-5-9275-2862-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/125084 (дата обращения: 12.09.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Демидов, Я. П. Оценка состояния организационных систем: принципы, модели, технология : учебное пособие / Я. П. Демидов, Н. Г. Багаутдинова, Л. Б. Шабанова. — Казань : КФУ, 2016. — 316 с. — ISBN 978-5-00019-615-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/77302 (дата обращения: 12.09.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Мамалыга, М. Л. Применение инновационных технологий для комплексной оценки гемодинамики при изучении взаимообусловленных физиологических процессов в мозге и сердце. Научные и учебно-методические рекомендации : методические рекомендации / М. Л. Мамалыга. — Москва : Прометей, 2015. — 124 с. — ISBN 978-5-9906264-2-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/63317 (дата обращения: 12.09.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Инновационный менеджмент : учебное пособие / А.В. Барышева, К.В. Балдин, М.М. Ищенко, И.И. Передеряев. — 3-е изд. — Москва : Дашков и К, 2017. — 380 с. — ISBN 978-5-394-01454-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: https://e.lanbook.com/book/93476 (дата обращения: 09.09.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Характеристика девять мегатрендов в развитии общества Германии

1. Климатическая чувствительность

Несколько событий, в том числе результаты климатического саммита 2015 года в Париже, указывают на то, что политическая готовность к сокращению выбросов ПГ набирает обороты. Воздействие изменения климата становится все более ощутимым как в средствах массовой информации, так и в повседневной жизни. Вероятным следствием этого станет повышение общественного признания правил по сокращению выбросов парниковых газов. В таком контексте «экоэффективность» может стать установленной нормой и символом статуса. В более сильной версии этой тенденции мы предполагаем «культурную критику» бензиновых автомобилей, как и предполагалось (Dijk et al., 2013). Потенциальные воздействия на три институциональных измерения охватывают тенденцию использовать и / или приобретать более эффективные виды транспорта и - в связи с измерением «социального и инфраструктурного встраивания» - более широкое принятие политических норм для сокращения выбросов парниковых газов в автомобильном секторе.

2. Демографическое старение

Демографическое развитие в странах ЕС характеризуется тенденцией, часто обозначаемой как «стареющее общество». В Германии, а также в других странах рождаемость снижается. Ожидается, что пожилые люди будут более активными, чем предыдущее поколение. Число женщин старше 65 лет, имеющих водительские права, растет, и группа людей старше 60 лет пользуется автомобилем чаще, чем предыдущие поколения (KIT, 2010). Однако будут существенные различия в физических способностях. В целом предполагается расширение этой тенденции в последующие десятилетия, а также разграничение моделей деятельности, предпочтений, связанных с мобильностью и, таким образом, больше вариаций в форме преимущественного использования авто. Это относится как к условиям жизни, так и к структурам расселения. В общем предполагается более высокая ориентация на обслуживание, в частности, на измерение «обязательство, требуемое от пользователей». В последнее время даже пожилые граждане начинают находить центральные районы города более привлекательными из-за более высокого качества инфраструктуры и медицинских услуг, которые могут быть связаны с третьим институциональным измерением.

3. Индивидуализация

Индивидуализация связана с различными аспектами. В 2014 году в 75% из 40 миллионов домохозяйств в Германии жили только один или два человека. Около 20 лет назад это было 65%. Ожидается, что доля домохозяйств с тремя и более людьми в течение следующих десятилетий будет несколько ниже. Исходя из этого, мы предполагаем, что для почти 80% домохозяйств всех членов можно перевозить в небольшом автомобиле только на два места, а потребность в более крупных «семейных автомобилях» уменьшается («форма преобладающего использования»). Кроме того, возможна растущая гибкость, связанная с моделями мобильности, и больше вариаций в готовности инвестировать в мобильность автомобилей. Разнообразие в составе домохозяйств может привести к увеличению различий в структуре поселений. Таким образом, все эти три измерения могут быть затронуты этими событиями.

4. «Новая работа»

Некоторые наблюдатели предполагают, что в будущем работа будет менее привязана к фиксированным временным интервалам. Кроме того, будет больше людей без детей, что еще больше увеличивает гибкость в повседневной жизни. Также обсуждается, что границы между работой и личным временем будут все более размыты. Как следствие, мы предполагаем более высокую гибкость в коммутирующих (перестановочных) моделях и избегание пиковых часов, что подразумевает изменения в форме преобладающего использования. Время в пути все чаще будет использоваться для работы, что будет иметь последствия для готовности использовать и владеть автомобилем. Мы также можем столкнуться с растущей виртуализацией рабочих потоков и профессиональных сетей (социальное встраивание).

5. Cocooning

Тенденция коконирования восходит к мегатрендам, определенным Джоном Найсбиттом (1988). Это связано с идеей о том, что автомобили станут еще чем-то вроде «третьего места» (NRZ, 2015), в дополнение к месту проживания и месту работы. «Коконирование» связано с необходимостью защитить себя от суровых, непредсказуемых реалий внешнего мира. Безопасность становится главным приоритетом в повседневной жизни, а также в долгосрочном планировании. Мы предполагаем, что, как следствие, интимные пространства становятся все более ценными. В крайнем случае это означает, что люди стараются избегать общественной сферы и, как следствие, общественного транспорта. Опять же, все три институциональных измерения могут быть затронуты. Люди хотят иметь полный контроль над автомобилями как личным пространством, и существует потребность в безопасной инфраструктуре (например, контролируемые автостоянки). Ссылаясь на динамику в когнитивно-

нормативных институтах, утверждают, что «автомобили как культурные объекты перешли от идеологической философии свободы личности к коконированию». Авторы иллюстрируют, что такой культурный сдвиг может привести к «постоянной приверженности массовому владению и использованию автомобилей».

6. Виртуализация / интернет-магазины

Онлайн продажи расширяют свою долю рынка. В то же время появляются новые услуги для быстрой доставки, такие как «зеленая доставка» от Amazon. Все возрастные группы участвуют в этом развитии. Вполне возможно, что в будущем менее мобильные люди будут все больше и больше узнавать (и зависеть) от интернет-услуг. Как следствие, онлайн-сервисы могут стать доминирующей формой покупок, а доля частного транспорта, предназначенного для покупок, существенно снизится. Соответственно, было бы меньше необходимости в большом пространстве багажника, что сопровождается меньшим обязательством инвестировать в большие автомобили. Кроме того, на городские структуры может повлиять увеличение числа служб доставки.

7. Разделенная (шейринговая) экономика

Книги Рифкина о грядущей «разделяющей экономике» предсказывают общий сдвиг парадигмы в сторону «общества с нулевой предельной стоимостью». Примечательны недавние события, связанные с самыми дорогими инвестиционными решениями в жизни обычного человека: жилье (покупка дома или нет) и использование автомобиля (покупка автомобиля или нет). Airbnb стал символом совместного использования жилого пространства. В Германии доля автомобилестроения стабильно растет уже 20 лет. В последнее время темпы роста сильно увеличились из-за выхода на рынок свободно распространяемых схем совместного использования автомобилей более крупными автомобильными компаниями (например, car2go, DriveNow). В 2015 году общее число пользователей совместного использования автомобилей превысило миллион, и многие эксперты ожидают дальнейшего роста. Мы предполагаем, что в течение следующих десятилетий это развитие может привести к гибкому использованию различных типов автомобилей и к отсутствию интереса к владельцу как к доминирующей форме использования и техническим характеристикам автомобилей. Вероятно, возрастет доверие к интернет-услугам, и появятся новые провайдеры мобильности, которые разрабатывают мультимодальные поездки. Желание тратить время и ресурсы на владение автомобилем и его использование может быть уменьшено.

8. Урбанизация

Как и во многих других странах, число людей, живущих в урбанизированных районах, в Германии постоянно растет, и ожидается, что эта

тенденция сохранится. Новые бизнес-модели, связанные с разделением экономики, имеют гораздо больший потенциал для изменения доминирующей формы использования в городских районах, чем в сельской местности. Мы предполагаем, что вместе с индивидуализацией, уменьшением числа людей на домохозяйство, пространство для жизни на человека увеличивается, и пространство становится дефицитным ресурсом во многих городских районах. Различные идеи о том, как использовать это пространство для создания пригодного для жизни города, будут конкурировать и влиять на институциональное измерение «встраивание общества». Большие автомобили, такие как внедорожники, могут все чаще подвергаться критике, а маленькие машины могут стать модными.

9. Пик авто

Многочисленные анализы и эмпирические исследования показывают, что во многих испытанных в промышленных странах наблюдаются более медленные темпы роста использования автомобилей на душу населения. В определенной степени эти более медленные темпы роста, по-видимому, связаны с изменением транспортного поведения молодых городских жителей. Наблюдается уменьшение как доли владения автомобилем, так и расстояния, пройденного автомобилем; это сопровождается снижением цен на водительские права. Растущее число молодых людей демонстрирует более прагматичное отношение к владению автомобилем, чем предыдущее поколение (приверженность пользователей). Значение автомобилей как символов статуса снижается. Форма доминирующего использования, по-видимому, меняется, поскольку молодые люди в городских районах, похоже, становятся более гибкими в своем поведении в отношении мобильности и более открыты для новых видов транспорта. Одна из главных движущих сил этого сдвига заключается в том, что бюджеты молодых людей выделяются на другие дорогие потребительские товары, такие как смартфоны или потоковые услуги. Мы полагаем, что эта тенденция приводит к росту спроса на мультимодальные опционы и снижению количества «обычных» автомобилей и, таким образом, к существенным изменениям во всех трех институциональных измерениях.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Характеристика новых технологий для решения проблемы контроля образования отложений в промышленных операциях

Технология	Характеристика
1. *Биосорбция*	это физико-химический процесс, в котором в качестве *биосорбента* используются микроорганизмы. Он включает взаимодействие ионных видов и функциональных групп, находящихся на поверхности клетки микроорганизма, способного адсорбировать ионные виды в соответствии с их размером и удельным зарядом.
2. *Биоминерализация*	это процесс, посредством которого живые организмы производят минералы в результате своей клеточной активности, что способствует созданию физико-химических условий, необходимых для образования и роста минералов. Другими словами, бактерии обладают способностью индуцировать образование минералов.
3. *Биоэлектрохимическая система (БЭС)*	может генерировать электричество из химической энергии, вырабатываемой микроорганизмами в качестве биокатализаторов, и удалять несколько ионов из водных растворов. Состоит из двух камер (катода и анода), разделенных только анионообменной мембраной. Микроорганизмы преобразуют органическое вещество в электрический ток в анодной камере, в то время как в катодной камере электроны и протоны каталитически объединяются, восстанавливая кислород до воды. Потребление протонов на катоде увеличивает pH (на поверхности катода), вызывая осаждение ионов металлов.
4. *Микробиологические опреснительные ячейки (МБОЯ)*	Единственное отличие от БЭС в их системном дизайне: состоит из трех камер: анода, катода и камеры опреснения посередине, разделенных анионообменной мембраной и катионообменной мембраной. Считается более продвинутой технологией.
5. *Газовый гидрат*	это технология, основанная на кристаллизации солей. Он состоит из длинной колонны, находящейся под давлением солевого раствора и газа, такого как этан, пропан и бутан, при определенных условиях температуры и давления.
6. *Технология использования диоксида углерода в качестве осадителя*	Основана на растворении CO_2 (g) в морской воде. Технология привлекательна с экологической точки зрения, поскольку может снизить выбросы парниковых газов, связанных с CO_2 (g). Процесс химической абсорбции водным аминным растворителем широко используется для отделения CO_2 (g) от топливного газа. Таким образом, он мог бы поддерживать новые технологии, предоставляя CO_2 (g) в качестве сырья.

Окончание таблицы Приложения Б	
7. *Емкостная деионизация*	Энергоэффективная технология с низким давлением. Ионы удаляются из солевых растворов с помощью электродов, которые имеют удельную площадь поверхности и низкое электрическое сопротивление. В этой технологии положительно заряженный электрод захватывает отрицательно заряженные анионы из морской воды, в то время как отрицательно заряженный электрод захватывает положительно заряженные катионы.
8. *Ультразвуковая кристаллизация*	это физическая обработка, при которой применяются акустические волны на частоте выше 20 кГц (в пределах, выходящих за рамки человеческого восприятия). Обработка является эффективным способом достижения более быстрого и равномерного первичного зарождения кристаллов и относительно легкого зарождения частиц при более низких уровнях пересыщения.

Силакова Любовь Владимировна

Оценка технологий: как принимать решения в инновационной экономике

Учебно-методическое пособие

В авторской редакции
Редакционно-издательский отдел Университета ИТМО
Зав. РИО Н.Ф. Гусарова
Подписано к печати
Заказ №
Тираж
Отпечатано на ризографе

Редакционно-издательский отдел
Университета ИТМО
197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49, литер А