

Экспертные методы оценки управления технологическими инновациями на промышленных предприятиях в контексте цифровой трансформации

Калко Александр Александрович^{1,2}

Зам. ген. дир.¹, ассист. каф. управления социально-экономическими системами²

ORCID: 0009-0008-5623-2472, e-mail: kalkoal@yandex.ru

¹Общество с ограниченной ответственностью «Пентакон», г. Санкт-Петербург, Россия

²Санкт-Петербургский университет технологий управления и экономики, г. Санкт-Петербург, Россия

Аннотация

В настоящей статье рассмотрены вопросы оценки управления сквозным процессом создания и вывода на рынок наукоемкой продукции в контексте цифровой трансформации экономики на предприятиях среднего бизнеса в соответствующих отраслях, а также пути улучшения этого процесса по направлениям «Анализ рынка», «Планирование», «Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы». Раскрыты авторский подход и алгоритм оценки реализации управления данным процессом, проведены анкетирование и интервьюирование экспертов рынка. Определены средневзвешенные интегральные показатели эффективности реализации сквозного процесса создания и вывода на рынок такой продукции и достижимости модели эффективного промышленного цифрового предприятия. При помощи метода экспертных оценок рассчитаны ранги важности этапов указанного процесса. Сформулированные предложения по повышению уровня эффективности сквозного процесса создания и вывода на рынок наукоемкой продукции являются программами улучшения вышеупомянутых этапов. Они лягут в основу разработки и реализации базисных принципов, методик, методов и алгоритмов модели управления этим процессом.

Ключевые слова

Технологические инновации, наукоемкая продукция, НИОКР, цифровая трансформация экономики, цифровое предприятие, сквозной процесс, стратегический маркетинг и менеджмент, анализ рынка, конкурентоспособность

Для цитирования: Калко А.А. Экспертные методы оценки управления технологическими инновациями на промышленных предприятиях в контексте цифровой трансформации // Вестник университета. 2024. № 4. С. 73–88.



Expert methods for assessing technological innovation management at industrial enterprises in the context of digital transformation

Alexander A. Kalko^{1,2}

Deputy General Director¹, Assistant at the Socio-Economic Systems Management Department²
ORCID: 0009-0008-5623-2472, e-mail: kalkoal@yandex.ru

¹Pentacon Ltd., St. Petersburg, Russia

²St. Petersburg University of Management Technologies and Economics, St. Petersburg, Russia

Abstract

The article studies issues of assessing the management of the end-to-end process of creating and bringing to market knowledge-intensive products in the context of economy digital transformation at medium-sized enterprises in the relevant industries, as well as ways to improve this process in the areas of Market Analysis, Planning, R&D Work. The author's approach and algorithm for assessing the process management implementation have been disclosed, and market experts surveyed and interviewed. Weighted average integral indicators of the efficiency of implementing the end-to-end process of creating and bringing to market such products and an effective industrial digital enterprise model achievability have been determined. With the use of the expert evaluations method, the importance ranks of the process stages have been calculated. The formulated proposals for improving the efficiency level of the end-to-end process of creating and bringing to market knowledge-intensive products are programs for improving the above-mentioned stages. They will form the basis for developing and implementing basic principles, techniques, methods, and algorithms of the process management model.

Keywords

Technological innovation, knowledge-intensive products, R&D, digital transformation of the economy, digital enterprise, end-to-end process, strategic marketing and management, market analysis, competitiveness

For citation: Kalko A.A. (2024) Expert methods for assessing technological innovation management at industrial enterprises in the context of digital transformation. *Vestnik universiteta*, no. 4, pp. 73–88.

ВВЕДЕНИЕ

За последние годы цифровая трансформация приобрела большое значение. По мнению многих экспертов, это способ защитить компании от кризиса и пережить его, однако сформулировать такое мнение о трансформации гораздо проще, чем реально осуществить ее. Исследования показывают, что большая часть цифровых преобразований не достигают своих целей, что зачастую приводит к серьезным последствиям. Исследование Boston Consulting Group (BCG) также показывает, что цифровые лидеры достигают роста прибыли в 1,8 раза выше, чем у цифровых отстающих¹.

В краткосрочной перспективе цифровые технологии и новая культура работы обеспечивают повышение производительности и улучшение качества обслуживания клиентов в отношении продуктов и услуг. В среднесрочной перспективе цифровые технологии открывают новые возможности роста и способствуют инновациям в бизнес-моделях. Более того, успешные трансформации обеспечивают компаниям устойчивый успех, направляя их на путь инноваций.

Компании, которым удалось освоить цифровые технологии, сформировать цифровое мышление и внедрить современные методы работы, основанные на технологиях, могут достичь нового ритма постоянного совершенствования. В цифровой компании легче найти современные решения, идеи и разрабатывать новые наукоемкие продукты, которые адаптированы к современному потребителю – носителю цифровых технологий.

В связи с вышеизложенным актуализируется цель настоящего исследования, направленная на раскрытие авторского подхода и разработку алгоритма оценки реализации управления сквозным процессом создания и вывода на рынок наукоемкой продукции в контексте цифровой трансформации экономики, а также на подтверждение сформулированных ранее гипотез, основанных на личном опыте автора и результатах теоретических исследований специальной литературы [1–3].

В качестве гипотез исследования выдвигались следующие утверждения.

1. Текущий уровень реализации сквозного процесса разработки и вывода на рынок наукоемкой продукции находится на среднем уровне.
2. Данный уровень эффективности реализации сквозного процесса определяется конкретными проблемами на таких этапах, как «Анализ рынка», «Планирование» и «Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы» (далее – НИОКР).
3. Ключевыми этапами, определяющими эффективность реализации сквозного процесса создания и вывода на рынок наукоемкой продукции в контексте цифровой трансформации экономики, являются «Анализ рынка», «Планирование» и «НИОКР».
4. Важными связками при реализации указанного процесса являются следующие: «Маркетинг – НИОКР» и «Маркетинг – Продажи».
5. Модель эффективного промышленного цифрового предприятия является в настоящее время желаемой целью, а по факту недостижимой по ряду объективных причин.

С целью верификации указанных гипотез были сформирован исследовательский инструментарий в виде анкет, структурно разбитых на соответствующие блоки, и разработаны руководящие документы и глоссарий.

ОСОБЕННОСТИ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ГОТОВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЙ

Работа над новым продуктом увлекательна, но может быть довольно сложной, а разработка каждого нового продукта разная, даже если каждый из них должен пройти одни и те же этапы – от идеи до исследования рынка и создания прототипа. При этом многие идеи не трансформируются в реальные продукты, которые стали востребованными на рынке [4].

Для оценки технологической готовности, зрелости новых технологий и возможности их применения часто используют показатель «уровень готовности технологий» (от англ. Technology Readiness Level, TRL), реализуя таким образом процесс управления данными процессами. Он предполагает разделение этапов коммерциализации продукта/технологии от фундаментальных исследований до полного внедрения на рынок. Уровни TRL отмечают завершение определенных этапов разработки технологии/продукта. В более общем смысле этапы 1–3 TRL можно охарактеризовать как связанные с разработкой

¹ Boston Consulting Group. Beyond Great Helps Companies Build Sustainable Business Advantage. Режим доступа: <https://www.bcg.com/featured-insights/beyond-great-book> (дата обращения: 20.01.2024).

технологии, составляющей основу изделия на ее основе (Концепция), этапы 4–6 – как создание прототипа изделия и его испытания (Тестирование), а 7–9 – как демонстрацию прототипа изделия в условиях, все более соответствующих реальным условиям использования (Демонстрация). Чем выше SDT (Software Development Technologies), тем ниже риск, связанный с внедрением/покупкой продукта.

Структура TRL помогает компаниям понять, насколько они готовы к внедрению новой технологии, когда имеет смысл ее внедрять, а когда еще не пришло время. Внедрение инновационных технологий в производство является важным источником конкурентного преимущества, но только в том случае, если они внедряются в нужное время и с должным учетом их влияния на другие части производственной системы. Уровни готовности технологий помогают производителям оценить, где находятся новые технологии по отношению к их производственным процессам, чтобы они могли оптимально их внедрить.

При оценке технологической готовности новой технологии необходимо учитывать ее надежность, наличие необходимых материалов, ее влияние на производственный процесс и функции персонала, необходимого для реализации технологии. Готовность технологии – это непрерывная шкала, отражающая зрелость технологии в данной среде для конкретного применения. Положение на шкале может со временем измениться по мере развития технологий. При оценке технологии важно учитывать время, необходимое для исследований и разработок, сложность технологического процесса, наличие материалов, инфраструктуры и финансовых ресурсов, необходимых для дальнейшего развития технологии. Технологическая готовность новой технологии всегда должна измеряться по отношению к существующему производственному процессу и другим технологиям, которые являются его частью.

Оценка уровня технологической готовности – это, по сути, оценка рисков, связанных с внедрением конкретной технологии, вероятности их возникновения и влияния, которое они могут оказать на деятельность компании, если они материализуются.

Первым шагом в оценке уровня готовности технологий является выявление потенциальных факторов риска, связанных с конкретной технологией. Наиболее важными являются техническая зрелость данной технологии, стратегическое соответствие ей и требования к финансированию ее внедрения.

Вторым шагом является оценка вероятности фактического возникновения этих факторов риска.

Третий и последний шаг в оценке уровня технологической готовности – это оценка потенциального влияния, которое эти факторы риска могут оказать на бизнес, если они действительно материализуются.

Рассмотрим некоторые подходы к выделению уровней технологической готовности.

Согласно первому подходу, технологии производства стартуют на разных уровнях технологической готовности. Выделяют четыре уровня технологической готовности:

- 1) фундаментальные исследования – исследовательский этап исследований, основная цель которого состоит в определении цели исследования и возможных решений технологических проблем;
- 2) Proof of Concept (PoC) – ситуация, когда достигнут технологический прорыв и первоначальные экспериментальные испытания подтвердили возможность решения технологической задачи;
- 3) пилотная демонстрация – ситуация, когда технология была продемонстрирована в контролируемой среде (например, в лаборатории или на небольшом промышленном предприятии) и признана применимой к конкретному процессу, то есть промежуточный этап исследований, который происходит после того, как предварительные исследования и первые экспериментальные испытания показали возможность того или иного решения технологической задачи;
- 4) демонстрация внедренной системы – ситуация, при которой технология внедрена в контролируемую производственную среду и успешно в ней функционирует.

Второй подход, который использует Национальный центр исследований и разработок и целью которого является получение финансирования Европейского Союза, выделяет 9 уровней технологической готовности, где первый уровень – самый низкий, а девятый – самый высокий.

Уровень I – самый низкий уровень готовности технологии, указывающий на начало научных исследований с целью использования их результатов в будущих приложениях.

Уровень II – определена технологическая концепция или ее будущее применение, что означает начало процесса поиска потенциальных применений технологии. С момента соблюдения основных принципов, описывающих новую технологию, выявленные теоретические основы позволяют сформулировать предположения для ее практического применения. Планируемые будущие применения основаны на прогнозах, поскольку еще не существует каких-либо доказательств или подробного анализа, подтверждающих предположения

о практическом применении этой технологии – деятельность ограничивается аналитическими исследованиями. Они могут включать публикации или другие материалы, в которых представлены рассматриваемые возможности использования технологии, а также анализы, подтверждающие ее концепцию.

Уровень III – концепция подтверждения критических функций или характеристик технологии аналитически и экспериментально. Начинаются активные мероприятия, в том числе аналитические исследования и лабораторные испытания, направленные на физическое подтверждение прогнозов относительно отдельных элементов технологии.

Уровень IV – проверка технологических компонентов в лабораторных условиях. Основные технологические компоненты интегрированы, что подтверждает их совместную работу. Получено общее (низкое по сравнению с целевой системой) представление о технологии в лабораторных условиях.

Уровень V – проверка компонентов технологии в условиях, приближенных к реальным. Точность воспроизведения техники возрастает в разы, базовые технологические компоненты интегрированы с опорными элементами, имитирующими реальные элементы. Технология может быть протестирована в смоделированных условиях эксплуатации, валидацию новой технологии следует проводить в контексте ее конкретного применения в будущей системе или оборудовании и использовать в тестировании элементы, отражающие конкретное предполагаемое применение.

Уровень VI – демонстрация технологий (прототипа/модели производственной либо технологической системы) в условиях, приближенных к реальным. Значительный прогресс достигается в технологической готовности. Репрезентативная технология, которая более совершенна, чем та, что используется на уровне V, исследуется и тестируется в лабораторных условиях, которые с высокой точностью воспроизводят реальные условия, или в смоделированных условиях эксплуатации.

Уровень VII – данный уровень представляет значительное улучшение по сравнению с уровнем VI и требует демонстрации того, что разрабатываемая технология осуществима в эксплуатационных/производственных условиях.

Уровень VIII – исследование и демонстрация окончательной формы технологии завершены, что означает подтверждение того, что целевой уровень технологии достигнут и она может использоваться в ожидаемых для нее условиях. Практически этот уровень представляет собой конец демонстрации.

Уровень IX – испытание технологии в реальных условиях позволяет достичь желаемого эффекта, что указывает на то, что она уже находится в окончательном виде и может быть реализована в целевой системе. Сюда входит также использование разработанных систем в реальных условиях.

Оценка уровня технологической готовности не касается общего развития и коммерциализации технологий, не учитывает затраты или жизнеспособность технологии, а также не рассматривает экономическое обоснование ее внедрения. Такая оценка фокусируется прежде всего на технологических факторах, которые могут представлять потенциальные риски для успешного внедрения новых технологий. Уровень готовности технологии может служить полезным индикатором прогресса исследований, но ее коммерческий успех может быть определен только рыночным принятием продукта. TRL также можно применять к процессам, например, аналогично проводятся проверка и документирование готовности на 9 ранее указанных уровнях. Однако следует отметить, что не каждый технологический проект и инновация в реальном мире проходят все уровни технологической готовности. Выше рассмотрена идеальная модель, которая обеспечивает безопасность работы технологий и снижает риски потенциального инвестора или грантодателя.

Несмотря довольно частое использование подобного метода, он имеет ряд недостатков: его использование подразумевает наличие большого объема ресурсов – временных и финансовых, – что не всегда доступно для малых компаний или стартапов, которые только начинают свою деятельность. Мы предлагаем новый подход в виде сквозного процесса создания и вывода на рынок наукоемкой продукции на промышленном предприятии. Наличие данной технологии на предприятии определяет его успешность и глобальную конкурентоспособность [5; 6].

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ УПРАВЛЕНИЯ СКВОЗНЫМ ПРОЦЕССОМ СОЗДАНИЯ И ВЫВОДА НА РЫНОК НАУКОЕМКОЙ ПРОДУКЦИИ В КОНТЕКСТЕ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

Для понимания данных процессов нами было проведено исследование управления сквозным процессом создания и вывода на рынок наукоемкой продукции в контексте цифровой трансформации.

Для этого было опрошено 54 сотрудника инновационных компаний, которые ответили на вопросы о процессах и жизненном цикле технологичной продукции.

Экспериментальное исследование было проведено на основе анкетирования и телемаркетинга экспертов рынка. В связи с этим встает вопрос о необходимости обеспечения репрезентативности выборки исследования. Был проведен расчет значения R-индекса – индекса репрезентативности по представленной в исследовании выборке^{2,3}. Результат показал, что значение $R = 0,6266$, что доказывает репрезентативность данной выборки. С другой стороны, при решении подобных задач совершенно допустимо применение метода экспертных качественных оценок при стратегическом анализе рынка с целью разработки производственной программы, плана модернизации продукции и ее сбыта в силу закрытости рынка наукоемкой продукции [7].

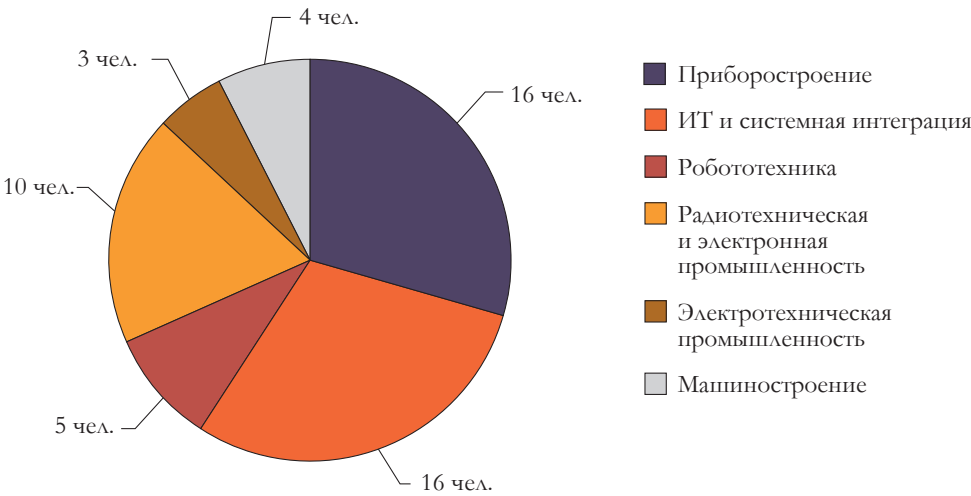
Отраслевая принадлежность респондентов представлена в табл. 1 и на рис. 1.

Таблица 1

Отраслевое распределение респондентов

Отрасли	Количество респондентов
Приборостроение	16
Информационные технологии и системная интеграция	16
Робототехника	5
Радиотехническая и электронная промышленность	10
Электротехническая промышленность	3
Машиностроение	4

Составлено автором по материалам исследования



Примечание: ИТ – информационные технологии

Составлено автором по материалам исследования

Рис. 1. Отраслевое распределение респондентов: графический анализ

В опросе участвовали представители наукоемких отраслей руководящих позиций, среди которых мужчин – 39 респондентов, а женщин – 15. По уровню управления респонденты распределились следующим образом: 21 респондент относились к среднему звену, 33 респондента – к высшему.

На первом этапе опроса респондентов был определен текущий уровень цифровизации исследуемых предприятий (табл. 2).

² CORDIS. Representativity Indicators for Survey Quality. Режим доступа: <https://cordis.europa.eu/project/id/216036> (дата обращения: 20.01.2024).

³ Cathie Marsh Institute for Social Research. Representative Indicators for Survey Quality (RISQ). Режим доступа: <https://www.cmi.manchester.ac.uk/research/projects/representative-indicators-for-survey-quality/> (дата обращения: 20.01.2024).

Таблица 2

Текущий уровень цифровизации предприятий-участников исследования

Уровень цифровизации	Количество респондентов
Автоматизация	7
«Автоматизация»/«Цифровизация»	14
«Цифровизация»	15
«Цифровизация»/«Цифровая трансформация»	13
«Цифровая трансформация»	5

Составлено автором по материалам исследования

Из табл. 2 видно, что 7 респондентов оценили текущий уровень цифровизации своих предприятий пока как недостижимый: эксперты считают, что их производственным компаниям соответствует уровень «Автоматизация». Наряду с этим пять респондентов оценили текущий уровень своих предприятий как оптимистичный и присвоили статус «Цифровая трансформация» (четыре предприятия из сферы робототехники (разработка и производство беспилотных летательных аппаратов) и одно предприятие из сферы информационных технологий и системной интеграции). Тем не менее большая часть респондентов (33 специалиста) считают, что их предприятия находятся в статусе полноценного цифрового предприятия.

Дополнительно в ходе опроса было получено подтверждение правильности модели «Успех цифрового предприятия: T2M/T2D/T2E», где:

- T2M (Time-to-Market) – сокращение времени вывода продукции на рынок;
- T2D (Time-to-Delivery) – сокращение времени принятия решений;
- T2E (Time-to-Execution) – сокращение времени реализации проектов.

Все 54 респондента согласились с правильностью данного утверждения применительно к своему предприятию. Они дополнительно сообщили о приоритетной составляющей в данной триаде: 46 респондентов считают T2M главным элементом в успехе инновационной деятельности компании (табл. 3).

Таблица 3

Выбор приоритетной составляющей в модели T2M/T2D/T2E

Характеристика цифрового предприятия	Выбор
T2M	46
T2D	3
T2E	5

Составлено автором по материалам исследования

Практически все респонденты (85 %) отдали предпочтение составляющей T2M, определив ее в качестве конкурентного преимущества предприятия и заявив, что данная ситуация могла бы быть полезна для их компании.

Ключевой результат настоящего исследования – определение эмпирическим путем средневзвешенного интегрального показателя эффективности реализации сквозного процесса создания и вывода на рынок наукоемкой продукции в контексте цифровой трансформации. По итогам обработки анкетных данных он оказался равен $I = 3,66$. Расчет был произведен по формуле:

$$I = \sum_{i=1}^N W_i K_i, \quad (1)$$

где W_i – показатель значимости (веса) i -го этапа процесса, K_i – средний балл оценки эффективности реализации процесса.

Рассмотрим результаты оценки эффективности реализации сквозного процесса (табл. 4).

Таблица 4

Сводные данные результатов оценки эффективности реализации сквозного процесса

Этап	Вес	Средний балл оценки
Зарождение идеи	0,15	4,470
Анализ рынка	0,30	3,075
Планирование	0,20	3,380
НИОКР	0,15	3,890
Опытная эксплуатация	0,10	3,930
Первые продажи	0,05	4,150
Серийные продажи	0,05	4,094

Составлено автором по материалам исследования

Средний балл оценки эффективности каждого из этапов рассчитывался исходя из общего количества респондентов, равного 54 ($N = 54$). Респондентам предлагалась пятибалльная шкала оценивания. Показатели значимости (веса) были определены в рамках фокус-группы с независимыми экспертами в составе пяти человек. Уровень экспертов – генеральные директора компаний-разработчиков в сфере информационных технологий и комплексной интеграции инженерно-технических средств охраны.

В подобного рода исследованиях полезны не только количественные оценки, полученные в ходе глубинного интервью с экспертами рынка, но и качественные – комментарии респондентов, раскрывающие причины этих решений. Такие комментарии позволяют выявить причины и мотивацию оценок, а также выработать мероприятия по устранению выявленных проблем.

Полученный результат данного показателя эмпирическим путем находится на среднем уровне, что подтверждает выдвинутую гипотезу. В табл. 5 представлены наиболее типичные ответы респондентов, раскрывающие причины низких оценок по ряду этапов сквозного процесса.

Таблица 5

Усредненные (наиболее типичные) комментарии респондентов

Этап	Средний балл	Усредненный комментарий
Анализ рынка	3,075	«Поверхностный подход»: редкое использование современных методов маркетинга, менеджмента в сочетании с математическим аппаратом и моделированием
Планирование	3,380	«Поверхностный подход»: преобладают экспертные, поверхностные оценки без подкрепления и использования современных методов менеджмента совместно с математическим аппаратом; Современный инструментарий (специализированное программное обеспечение), а также современные методы не используются широко повсеместно
Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы	3,890	«Долго», «Часто на выходе в производство и последующее продажи фиксируется несоответствие: характеристики продукта не востребованы»

Составлено автором по материалам исследования

В табл. 6 указаны, как при определении важности данных этапов с точки зрения их вкладов и влияния на конечный результат сквозного процесса респонденты распределили эти показатели.

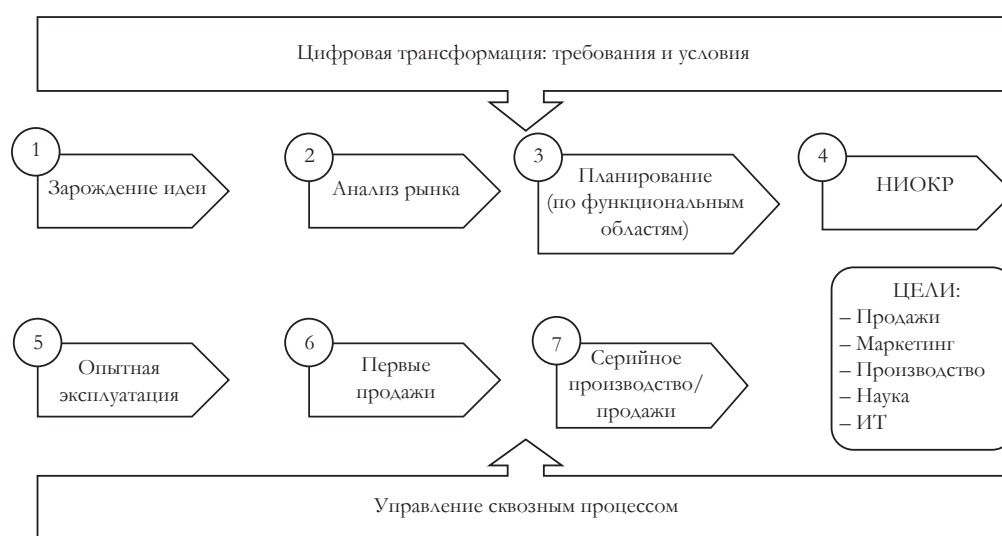
Таблица 6

**Важность этапов сквозного процесса создания и вывода на рынок наукоемкой продукции
в условиях цифровой трансформации экономики**

Важность (место)	Этап	Количество респондентов, ед.
1	Анализ рынка	33
2	Планирование	28
3	НИОКР	27
4	Зарождение идеи	27

Составлено автором по материалам исследования

Общий вид схемы сквозного процесса создания и вывода на рынок наукоемкой продукции в условиях цифровой трансформации экономики представлен на рис. 2.



Примечание: ИТ – информационные технологии

Составлено автором по материалам исследования

**Рис. 2. Схема сквозного процесса создания и вывода на рынок наукоемкой продукции
в условиях цифровой трансформации экономики**

В ходе исследования были определены респондентами важные связи между подпроцессами цепочки разработки и вывода на рынок наукоемкой продукции. Результаты представлены в сводной табл. 7, что подтверждает выдвинутую гипотезу.

Таблица 7

**Важные связи сквозного процесса создания и вывода на рынок наукоемкой продукции
в условиях цифровой трансформации экономики**

Важность (место)	Связка	Количество респондентов	Средний балл
1	Маркетинг–НИОКР	39	3,30
2	Маркетинг–Продажи	11	3,45
3	Планирование–Продажи	4	3,00

Примечание: НИОКР – научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы

Составлено автором по материалам исследования

Также был проведен опрос с целью определения наборов использования различных методов в процессе разработки и вывода продуктов на рынок. Сводные данные представлены ниже в табл. 8 и 9.

Таблица 8

Используемая методология на предприятиях респондентов

Метод	Количество респондентов	Средний балл
Анализ «пяти сил» Портера	51	3,14
Сегментация рынка (анализ потребителей)	40	3,25
Конкурентный и функциональный бенчмаркинг	38	3,68
Конкурентная разведка	29	2,66
Матрица БКГ	48	3,00
SWOT и SWOT/TOWS анализ	51	3,04

Примечание: БКГ – от англ. Boston Consulting Group, BCG

Составлено автором по материалам исследования

Таблица 9

Используемая методология на предприятиях респондентов

Метод	Слышали/Знают	N	Используют	N
Экспертные группы	Да	10	Да	2
Методы сценарного моделирования	Да	8	Да	3
Анализ тенденций и эффектов	Да	12	Да	21
Сценарии возможных событий	Да	12	Да	36
Методы прогнозирования	Да	39	Да	25
Карта стратегических групп	Да	27	Да	13
Анализ заинтересованных сторон (карта)	Да	36	Да	14
Анализ цепочки создания стоимости	Да	11	Да	42
Жизненный цикл продукта, технологии, организации и сектора	Да	15	Да	37
Анализ ключевых факторов успеха	Да	12	Да	39
Матрица McKinsey (GE-General Electric)	Да	47	Да	4
Методика SPACE-анализа	Да	3	Да	2
Метод АСТРА	Да	4	Да	2

Составлено автором по материалам исследования

Из предложенных 46 моделей и методов реально используются в ограниченном виде и могут быть оценены участниками анкетирования только 6.

В данном случае респонденты (N – количество респондентов) подтвердили, что ряд моделей и методов им известны, несколько из них были использованы в ряде случаев, но оценить эффективность их применения респонденты не смогли.

Интерес также представляют результаты опроса по блокам «Планирование» и «НИОКР». Результаты опроса на предмет выявления применения технологий и конкретных систем (специализированных программных обеспечений) представлены в табл. 10.

Таблица 10

Используемые технологии и методы на предприятиях респондентов

Метод	Количество респондентов	Средний балл
CAD	53	4,02
ERP	53	3,19
CRM	53	3,32
CALS	12	3,08
PLM	13	3,15

Составлено автором по материалам исследования

Из предложенных 21 методов респонденты отметили пять, а по факту можно говорить только о трех, которые внедрены и используются в работе: CAD, ERP и CRM. В отношении методов CALS и PLM в ходе проведения исследования было отмечен факт, что респонденты неправильно понимают и трактуют эти технологии, несмотря на предоставленный глоссарий. По этой причине они рассматриваться не будут.

МОДЕЛЬ УСПЕШНОГО ЦИФРОВОГО ПРЕДПРИЯТИЯ В СФЕРЕ НАУКОЕМКИХ РАЗРАБОТОК

Низкие усредненные оценки эффективности применения данных методов объясняются следующими причинами:

- 1) CAD – недостаточный функционал: нет возможности реализовывать весь спектр задач;
- 2) ERP – многие бизнес-процессы не поддерживаются и не связаны, например, связи «НИОКР–Производство–Продажи»;
- 3) CRM – есть «разрывы» в связях и бизнес-процессах «Маркетинг–Продажи»: отсутствует важная информация о Заказчике, что не позволяет объективно планировать работу с ним.

Отдельным блоком исследования в проведенной работе можно отметить этап, посвященный определению уровня достижимости модели эффективного промышленного цифрового предприятия в сфере наукоемких разработок. Схематично данная модель представлена на рис. 3.



Составлено автором по материалам исследования

Рис. 3. Модель успешного цифрового предприятия в сфере наукоемких разработок

Результаты проведенного опроса экспертов представлены в табл. 11.

Таблица 11

Используемые инструменты цифровой трансформации в процессе разработки и вывода на рынок наукоемкой продукции

Технология	Средний балл	N	%
Блок: Технология проектирования			
Информационная модель	3,23	22,00	41,51
Моделирование и оптимизация	3,46	24,00	45,28
Цифровые двойники	3,05	21,00	39,62
Корпоративный акселератор	3,80	5,00	9,43
Интеллектуальная собственность	4,51	39,00	73,58
Блок: Технология производства			
Цифровой реверс-инжиниринг	0,00	0,00	0,00
Аддитивное производство	3,81	16,00	30,19
Автоматизация РМ	4,22	49,00	92,45
Производственная система	3,98	51,00	96,23
Энергоэффективность	4,02	50,00	94,34
Блок: Технология производства			
Цифровая логистика	3,56	16,00	30,19
Трансфер технологий	0,00	0,00	0,00
Партнерство с обособленными подразделениями	3,69	52,00	98,11
Управление проектами	3,27	52,00	98,11
Кросс-отраслевая кооперация	3,11	18,00	33,96

Составлено автором по материалам исследования

Средневзвешенный интегральный показатель «Достижимости идеального цифрового предприятия» составил всего $I = 3,18$. Методика расчета основана на формуле:

$$I = \sum_{i=1}^N W_i K_i \quad (2)$$

где W_i – показатель значимости (веса) i -го метода технологии, K_i – средний балл оценки эффективности реализации данной технологии в компании.

По результатам анкетирования выявлены проблемные зоны и их оценки: Цифровые двойники (3,00), Информационная модель (3,23), Трансфер технологий (0,00) – представители компаний просто не понимают, что это, и потому не могут оценить. Это еще раз доказывает, что уровень цифровой трансформации российских предприятий находится на очень низком уровне, причем даже те оценки, которые были даны респондентами в части реальной ситуации определения текущего уровня «Цифровизации», очень завышены.

Для подтверждения полученных результатов нами были рассчитаны коэффициенты Спирмена (r -Спирмена) и Кендалла (T). Коэффициент корреляции Спирмена используется для изучения взаимосвязей между данными и измеряет любую монотонную зависимость. Он является более общим, чем коэффициент корреляции Пирсона, который измеряет только линейную зависимость [8]. При уточнении зависимости уровня цифровой трансформации от используемой методологии коэффициент корреляции Спирмена получил значение r -Спирмена = $-0,7857$. Иными словами, в настоящее время уровень цифровизации отрицательно связан с используемыми методами и инструментами.

Коэффициент ранговой корреляции Кендалла является альтернативой методу определения корреляции r -Спирмена. Он предназначен для определения взаимосвязи между двумя ранговыми переменными [9]. Его значение составило $T = 0,8182$. Поскольку при малых выборках рекомендуется использовать именно этот коэффициент, его значение более показательнее в данном случае: взаимосвязь все-таки есть корреляционная зависимость – слабая, но имеет место.

Таким образом, полученные результаты исследования показали низкий уровень цифровизации российских предприятий и отсутствие знаний и использования современных методов и инструментов на всех этапах жизненного цикла наукоемкого продукта. Успех вывода на рынок нового продукта зависит главным образом от действий производителя. Ключевыми элементами являются прежде всего инновации, используемые технологии и методы анализа, соответствующие уровню удовлетворения ожиданий клиентов [10].

Традиционная модель разработки новых продуктов (NPD), в которой только предприниматели отвечали за концепцию внедрения нового продукта и решения о том, какие продукты должны появиться на рынке, подвергается серьезному сомнению как со стороны научного сообщества, так и практиков в области управления. Современная модель NPD предполагает необходимость двумерного подхода: усиление аналитических процедур при создании новых дизайнов продукции и активное участие производителя в выборе продукции для размещения на рынке.

В отечественной и зарубежной литературе в области управления разработкой продукции или управления инновациями часто можно встретить модель Stage-Gate, разработанную Институтом разработки продуктов, известную также как Stage-Gate System [11; 15]. Модель является одним из элементов Innovation Diamond™ – концепции, предполагающей, что продуктовые инновации являются движущей силой развития предприятия и существенно способствуют улучшению его результатов. Успех проекта состоит из мероприятий, направленных на наблюдение и анализ четырех областей: существующих или доступных инновационных продуктов и технологической стратегии компании; системы управления продуктовым портфелем на предприятии; системы реализации идей и инноваций (Stage-Gate); системы климата и культуры инноваций.

Эта модель носит достаточно общий характер, но ее создатели уделяют внимание важным моментам принятия решений и вопросам процесса коммерциализации, которые следует анализировать и рассматривать с точки зрения успеха коммерциализации. Модель представляет своего рода концептуальную и оперативную дорожную карту, которая облегчает переход от идеи к выводу на рынок. Особый акцент создатели модели сделали на необходимости принятия решений в междисциплинарных командах, состоящих из представителей различных подразделений компании (разделения на сотрудников R&D).

Характерной особенностью модели Stage-Gate является специфическая структура процесса разработки продуктовой инновации, при которой отдельные этапы процесса разделены точками принятия решений – воротами. Шлюзы играют контролирующую роль и предназначены для проверки и обеспечения вывода на рынок только соответствующих проектов, которые приносят добавленную стоимость как компании, так и ее клиентам. Процесс коммерциализации продуктовых инноваций в этой модели начинается с идеи и заканчивается выводом на рынок. Стадии процесса, называемые этапами, – это места, где выполняются конкретные действия.

Участники проекта (междисциплинарные команды) собирают необходимую информацию, которая позволит им перейти к следующему этапу или принять решение. Мероприятия в процессе коммерциализации проводятся параллельно, чтобы сократить время вывода нового продукта на рынок. Чтобы снизить риск, на отдельных этапах должны быть разработаны параллельные мероприятия по сбору важной информации – технической, рыночной, финансовой, операционной. Каждый последующий этап стоит дороже предыдущего, что требует высокой заинтересованности и надежности команды в получении информации.

ВЫВОДЫ

Результаты исследования показали следующее.

1. Средневзвешенный интегральный показатель эффективности реализации сквозного процесса создания и вывода на рынок наукоемкой продукции в контексте цифровой трансформации равен $I = 3,66$, что подтверждает заявленную гипотезу. Основные причины – низкая эффективность реализации составных процессов и проблемы на этапах «Анализ рынка», «Планирование» и «НИОКР». Прежде всего это можно обосновать отсутствием продуманной методологии на всех этапах жизненного цикла, в первую очередь на этапе анализа рыночной ситуации.

2. Средневзвешенный интегральный показатель «Достижимости идеального цифрового предприятия» составил всего $I = 3,18$, что также подтверждает заявленную гипотезу и доказывает, что уровень цифровой трансформации российских предприятий находится на очень низком уровне.

3. По итогам обработки анкет показатели эффективности использования методов анализа рынка и внутренней среды компании достаточно низок. Основная причина – использование исключительно

качественных методов исследования. Использование формализованных процедур (матриц принятия решений, весовых коэффициентов и др.) – редкое явление). Речь идет об анализе, который ляжет в основу стратегии технических заданий для создания продукта (ТГХ) и в основу стратегии вывода на рынок, но при котором все решения формируются без должного уровня применения серьезного математического инструментария.

4. Наиболее успешной формой «Цифрового предприятия» 85 % респондентов считают модель Time-to-market (T2M), так как скорость, с которой продукт достигает намеченного рынка, является решающим фактором, определяющим его конечный успех. Эта концепция, называемая «время вывода продукта на рынок», может существенно повлиять на конкурентное позиционирование организации, прибыльность и уровень удовлетворенности клиентов. Это особенно важно в контексте трансформации проекта в продукт, где оптимизация процессов и обеспечение своевременной доставки могут иметь решающее значение.

5. Уровня цифровой трансформации достигли только пять из 54 компаний (9 %), что очень мало, но реально отражает рыночную и технологическую ситуацию в экономике Российской Федерации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Были применены экспертные методы оценки управления такими базисными процессами, как создание и вывод на рынок наукоемкой продукции в контексте современных условий.

В качестве программы улучшений и повышения уровня эффективности реализации сквозного процесса создания и вывода на рынок наукоемкой продукции в контексте цифровой трансформации мы предлагаем следующее:

- 1) взять за основу управления и реализации указанной инновации модель Stage-Gate;
- 2) применить заявленные принципы модели к схеме реализации сквозного процесса;
- 3) реализовать данный сквозной процесс создания и вывода на рынок наукоемкой продукции с учетом следующих предложений по улучшениям:

3.1) совершенствование этапа «Анализ» – применение современных методов, моделей и технологий современного маркетинга и менеджмента на основе математического аппарата (в особенности это касается ключевых методов стратегического анализа, таких как SWOT-анализ, сценарный анализ, методы анализа рисков);

3.2) совершенствование этапа «Планирование» – применение современных методов, моделей и технологий современного маркетинга и менеджмента на основе математического аппарата, а также интегрированных методов, технологий и систем;

3.3) совершенствование этапа «НИОКР» – предусмотрение глубинных связей на уровнях бизнес-процессов «Маркетинг-НИОКР» с целью повышения управляемости данным процессом и снижения рисков вывода на рынок продуктов и решений с невостребованными ТГХ, а также сокращение общего времени реализации НИОКР.

Данные положения необходимо учитывать при разработке и реализации базисных принципов, методик, методов и алгоритмов модели управления указанного процесса.

Список литературы

1. Калко А.А. Актуальные задачи организации сквозного процесса создания и вывода на рынок наукоемкой продукции. В кн.: Теория и практика управления предпринимательскими структурами в современных условиях: сборник научных трудов II Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 16–17 февраля 2023 г. СПб.: Санкт-Петербургский университет технологий управления и экономики; 2023. С. 231–236.
2. Калко А.А. Проблемы создания и вывода на рынок наукоемкой продукции в контексте цифровой трансформации экономики. В кн.: Цифровая экономика и финансы: материалы Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 16–17 марта 2023 г. СПб.: Астерион; 2023. С. 496–501.
3. Калко А.А. Управление технологией NPD (New Product Development) на цифровом предприятии. В кн.: Общество, государство, личность: материалы XXIII Национальной научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых, Казань, 28–29 апреля 2023 г. Казань; 2023. С. 31–40.
4. Broecker L. *Digital transformation in Japan. Assessing business opportunities for EU SMEs*. EU-Japan Center for Industrial Cooperation. Tokyo; 2022. 119 p.
5. Кушин В.А., Тарутко О.А. Оценка конкурентоспособности предпринимательских структур в условиях экономической нестабильности. Экономика и управление. 2018;4(150):37–44.

6. *Бабкин А.В., Кунин В.А., Тарутко О.А.* Влияние цифровизации экономики на конкурентоспособность предпринимательских структур. Экономика и управление. 2019;10(168):65–73. <https://doi.org/10.35854/1998-1627-2019-10-65-73>
7. *Калко А.А.* Перспективы развития рынка приборов учета. Коммунальный комплекс России. 2009;6:50–53.
8. *Коселева Н.Н.* Корреляционный анализ и его применение для подсчета ранговой корреляции Спирмена. Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2012;5:23–26.
9. *Анищик Т.А., Ахлестова А.А., Сердюк О.А.* Исследование проблем процесса обучения в вузе в условиях реализации традиционной и дистанционной форм и подходов к их решению с использованием непараметрических методов (часть 2). Научный журнал КубГАУ. 2021;172:1–15. <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-172-001>
10. *Шинкевич А.И., Шумкин А.В.* Функциональное моделирование процесса выведения инновационной продукции на рынок в машиностроении. Вестник университета. 2021;12:47–54. <https://doi.org/10.26425/1816-4277-2021-12-47-54>
11. *Pereira C.S., Durão N., Moreira F., Veloso B.* The Importance of Digital Transformation in International Business. Sustainability. 2022;14:834. <https://doi.org/10.3390/su14020834>
12. *Salmen A.* Does digitalization boost companies' new product launch success? An empirical study. SCENTIA International Economic Review. 2021;1(1):62–83. <https://doi.org/10.52514/sier.v1i1.6>
13. *Трачук А.В., Линдер Н.В.* Влияние межфирменных отношений на результативность инновационной деятельности: эмпирическое исследование российских промышленных компаний. СРРМ. 2022;2:108–115. <https://doi.org/10.17747/2618-947X-2022-2-108-115>
14. *Школа управления «СКОЛКОВО».* Цифровое производство: методы, экосистемы, технологии. Рабочий доклад департамента корпоративного обучения Московской школы управления «СКОЛКОВО». Школа управления «Сколково»; 2019. 157 с.
15. *Ламбен Ж., Чумплат Р.К., Шулинг И.* Менеджмент, ориентированный на рынок: стратегический и операционный маркетинг. 2е изд. СПб.: Питер; 2012. 720 с.

References

1. *Kalko A.A.* Current tasks of organizing the end-to-end process of creating and bringing scientific intensive products to the market. In: Theory and practice of entrepreneurial structures management in modern conditions: Proceedings of the II International Scientific and Practical Conference, St. Petersburg, February 16–17, 2023. St. Petersburg: St. Petersburg University of Management Technologies and Economics; 2023. Pp. 231–236. (In Russian).
2. *Kalko A.A.* Problems of creating and bringing to market knowledge-intensive products in the context of economy digital transformation. In: Digital economy and finance: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, St. Petersburg, March 16–17, 2023. St. Petersburg: Asterion; 2023. Pp. 496–501. (In Russian).
3. *Kalko A.A.* Management of NPD (New Product Development) technology in a digital enterprise. In: Society, State, Personality: Proceedings of the XXIII National Scientific and Practical Conference of students, undergraduates, graduate students and young scientists, Kazan, April 28–29, 2023. Kazan; 2023. Pp. 31–40. (In Russian).
4. *Broeckaert L.* Digital transformation in Japan. Assessing business opportunities for EU SMEs. EU-Japan Center for Industrial Cooperation. Tokyo; 2022. 119 p.
5. *Kunin V.A., Tarutko O.A.* Competitive assessment of business structures in the context of economic instability. Economics and Management. 2018;4(150):37–44. (In Russian).
6. *Babkin A.V., Kunin V.A., Tarutko O.A.* The Impact of Digitalization of the Economy on the Competitiveness of Business Structures. Economics and Management. 2019;10(168):65–73. (In Russian). <https://doi.org/10.35854/1998-1627-2019-10-65-73>
7. *Kalko A.A.* Prospects for the development of devices market development. Communal complex of Russia. 2009;6:50–53. (In Russian).
8. *Kosheleva N.N.* Correlation analysis and its application for calculation of Spearman's rank correlation. Current issues of humanities and natural sciences. 2012;5:23–26. (In Russian).
9. *Anishchik T.A., Ahlestova A.A., Serdyuk O.A.* The study of the problems of the learning process at a university in the conditions of the implementation of traditional and distance forms and approaches to their solution using nonparametric methods (part 2). Scientific Journal of KubSAU. 2021;172:1–15. (In Russian). <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-172-001>
10. *Shinkevich A.I., Shumkin A.V.* Functional modeling of the process of bringing innovative products to the market in mechanical engineering. Vestnik universiteta. 2021;12:47–54. (In Russian). <https://doi.org/10.26425/1816-4277-2021-12-47-54>
11. *Pereira C.S., Durão N., Moreira F., Veloso B.* The Importance of Digital Transformation in International Business. Sustainability. 2022;14:834. <https://doi.org/10.3390/su14020834>

12. *Salmen A.* Does digitalization boost companies' new product launch success? An empirical study. SCENTIA International Economic Review. 2021;1(1):62–83. <https://doi.org/10.52514/sier.v1i1.6>
13. *Trachuk A.V., Linder N.V.* The influence of intercompany relations on the innovation performance: an empirical study of Russian industrial companies. Strategic decisions and risk management. 2022;2:108–115. (In Russian). <https://doi.org/10.17747/2618-947X-2022-2-108-115>
14. *SKOLKOVO Moscow School of Management.* Digital manufacturing: methods, ecosystems, technologies. Working report of the Corporate Training Department of the SKOLKOVO Moscow School of Management. SKOLKOVO Moscow School of Management; 2019. 157 p. (In Russian).
15. *Lambert J., Chumpitas R.K., Schuling I.* Market-oriented management: strategic and operational marketing. 2nd ed. St. Petersburg: Piter; 2012. 720 p. (In Russian).