

МЕТОДЫ И ИНСТРУМЕНТЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТОМ

Оценка рисков создания и вывода на рынок наукоемкой продукции в рамках технологии *Smart-Stage-Gate*

Assessment of the Risks of Creation and Launching of High-Tech Products in the Framework of Smart-Stage-Gate Technology

DOI: 10.12737/2587-6279-2025-14-2-16-27

Получено: 13.01.2025 / Одобрено: 26.01.2025 / Опубликовано: 25.06.2025

Калко А.А.

Директор по развитию продуктов конструкторского бюро «Синергия» (ООО КБ «Синергия»), ассистент кафедры управления социально-экономическими системами, ЧОУ ВО «Санкт-Петербургский университет технологий управления и экономики», г. Санкт-Петербург

Kalko A.A.

Director of Product Development, Synergy Design Bureau (Synergy Design Bureau LLC), Assistant Professor of the Department of Socio-Economic Systems' Management, The St. Petersburg University of Management Technologies and Economics, St. Petersburg

Кунин В.А.

Д-р экон. наук, профессор кафедры международных финансов и бухгалтерского учета, ЧОУ ВО «Санкт-Петербургский университет технологий управления и экономики», г. Санкт-Петербург

Kunin V.A.

Doctor of Economic Sciences, Professor, International Finance and Accounting Department, The St. Petersburg University of Management Technologies and Economics, St. Petersburg

Аннотация

Целью данной статьи является теоретическое обоснование выбора метода управления рисками проектов создания и вывода на рынок наукоемкой продукции в рамках модели Smart-Stage-Gate. Обоснована значимость ключевых индикаторов риска (KRI) при реализации модели Smart-Stage-Gate, применение которых на каждом этапе разработки и производства наукоемкой продукции с учетом их специфики позволит обеспечить снижение рисков невозможности реализации или убыточности проекта. Показана необходимость разработки для каждого этапа жизненного цикла проекта ключевых индикаторов риска и оценки агрегированного риска управления сквозным процессом создания и вывода на рынок наукоемкой продукции на основе цифровой модели «Smart-Stage-Gate». Определены требования к характеристикам ключевых индикаторов рисков, предложены индикаторы для каждого этапа управления процессом создания и вывода на рынок наукоемкой продукции, разработана шкала оценки рисков. Предложенный метод управления рисками проектов создания и вывода на рынок наукоемкой продукции позволит обеспечить принятие решений с наименьшим уровнем агрегированного внутреннего риска.

Ключевые слова: управление рисками, оценка риска, жизненный цикл проекта, ключевой индикатор риска, проект, наукоемкая продукция, принятие решений.

Abstract

The purpose of this article is to substantiate theoretically the choice of a risk management method for projects to create and launch high-tech products within the Smart-Stage-Gate model. The significance of key risk indicators (KRI) in the implementation of the Smart-Stage-Gate model is substantiated, the use of which at each stage of the development and production of high-tech products, taking into account their specifics, will reduce the risks of the impossibility of implementation or unprofitability of the project. The need to develop key risk indicators for each stage of the project life cycle and assess the aggregate risk of managing the end-to-end process of creating and launching high-tech products based on the digital model "Smart-Stage-Gate" is shown. The requirements for the characteristics of key risk indicators are defined, indicators for each stage of managing the process of creating and launching high-tech products are proposed, and a risk assessment scale is developed. The proposed method of risk management for projects to create and launch high-tech products will ensure that decisions are made with the lowest level of aggregated internal risk.

Keywords: project life cycle, key risk indicator, project, risk probability, high-tech products, decision making

Введение

Управление знаниями обсуждается в литературе, как одна из наиболее актуальных тем для наукоемких предприятий, оно связано с их способностью выживать в среде постоянных изменений [10; 11; 16]. На конкурентном рынке, характеризующемся рядом технологических проблем, реализация компанией организационной стратегии с использованием проектно-ориентированных моделей, несомненно, дает ей конкурентное преимущество. Рас-тущий спрос на преобразование научных знаний в практические результаты и создание инноваций,

которые могут способствовать укреплению конкурентоспособности национального производственного сектора, представляет собой серьезную и сложную задачу. Поэтому наукоемким предприятиям необходимо определить стратегию развития, взяв за основу сквозной процесс управления созданием и выводом на рынок наукоемкой продукции (исследовательскими проектами) с учетом анализа на предмет их осуществимости и ожидаемых результатов.

Можно согласиться с тем, что при разработке таких проектов управление рисками иногда не учи-

тывается из-за сложности проведения анализа для выявления негативных рисков (угроз) или положительных рисков (возможностей) [14]. Все проекты создания и вывода на рынок наукоемкой продукции сосуществуют с некоторой неопределенностью относительно их результатов [6]. Чем больше недостаток знаний относительно ожидаемых результатов, тем выше риск, связанный с проектом. В данной статье рассматривается задача выбора метода управления рисками сквозного процесса управления созданием и выводом на рынок наукоемкой продукции на основе технологии *Smart-Stage-Gate*, которая представляет собой инструмент планирования, мониторинга и контроля действий по достижению цели научно-исследовательских проектов [4]. Цель указанного процесса — достичь адекватного контроля над проектом, чтобы гарантировать его завершение в срок и в пределах установленного бюджета, с получением оговоренного качества и обеспечения востребованности на рынке. Анализ рисков в проектах создания и вывода на рынок наукоемкой продукции сложен и обычно не имеет методологической основы, которая помогает управлять конкретными факторами проведения исследований и разработок. На основе вышеизложенного актуальной представляется цель настоящего исследования, направленного на обоснование выбора метода управления рисками проектов создания и вывода на рынок наукоемкой продукции в рамках технологии *Smart-Stage-Gate*.

Анализ методов оценки рисков инновационных проектов

Можно согласиться с авторами [5; 12], считающими, что управление рисками должно осуществляться на протяжении всего жизненного цикла проекта, но это относительно новая область и мало используемая при оценке проектов НИОКР. По мнению авторов данной статьи, предметом управления рисками проектов НИОКР является как снижение вероятности и тяжести последствий их реализации, так и максимизация возможностей, которые открываются при реализации шансов, характеризующихся позитивным отклонением фактического результата реализации проекта от ожидания. Процесс управления рисками научных проектов с учетом технологических факторов является очень сложным. Цепочки рисков могут активироваться на всех стадиях подготовки и реализации проекта и без пристального внимания к процессу управления

рисками, порождать кольцевые структуры рисков [9], приводящие в действие механизм разрушительной положительной обратной связи, вызывающей лавинную генерацию рисков, которая может привести проект к провалу. По мнению С.П. Бараненко, организация, которая доверяет только одной точке зрения или использует только один тип метода идентификации рисков, рискует оказаться неспособной идентифицировать важные риски, что делает ее уязвимой для угроз, которых можно было бы избежать, и, следовательно, приводит к упущенным возможностям [1].

Б.З. Мильнер, Т.М. Орлова считают, что мониторинг эффективности проектов на протяжении многих лет может продемонстрировать, что в тех случаях, когда зрелость управления рисками возрастает, проекты оказываются успешными [11]. Таким образом, управление рисками — это действия, направленные на подготовку к возможным неудобствам, избегание факторов внезапности их возникновения. Опыт в анализе и оценке рисков на каждом этапе сквозного процесса создания и вывода на рынок наукоемкой продукции является решающим фактором успеха, поскольку применение эффективного инструментария управления рисками позволяет обеспечить высокую вероятность выявления наиболее значимых рисков и, таким образом, расставить приоритеты.

Естественно согласиться с тем, что все проекты имеют некоторый риск, иначе они не были бы проектами [3; 7]. Иногда большой риск принимается, когда нет необходимого понимания элементов, которые могут привести к провалу проекта, и его даже можно ошибочно интерпретировать как небольшой риск, который не оказывает давления на барьеры стоимости, времени и технических характеристик. Возникновение рисков представляет собой потенциальное неблагоприятное воздействие на проект, и их выявление необходимо производить, во-первых, при инициации проекта, а затем при его планировании.

Для управления рисками в проектах создания и вывода на рынок наукоемкой продукции целесообразно использование цифровых технологий. Отсутствие цифровых решений, предназначенных для анализа и оценки рисков, затрудняет адекватное планирование и подготовку проекта и, следовательно, его мониторинг. Для устранения этого пробела должен быть разработан цифровой инструментарий анализа и оценки рисков при планировании про-

екта и определения минимальных и максимальных затрат на его реализацию на основе анализа выявленных угроз и возможностей.

Хотя компании различаются по своей деятельности, среде и целям, существуют общие и широко используемые методы оценки рисков [15]. Научные предприятия должны учитывать преимущества и недостатки, прежде чем принимать решения о том, какие методы — количественные или качественные — использовать при оценке рисков. Правильный выбор и применение метода оценки риска очень важны для эффективного управления рисками [13]. Анализ литературы позволил определить наиболее распространенные и используемые методы, на его основе сделан вывод о необходимости использования ключевых индикаторов риска (*KRI*) при реализации модели *Smart-Stage-Gate*.

Например, А.В. Воронцовский [2] предлагает для оценки уровня риска от неблагоприятного воздействия различных факторов применять общую функцию результативности реализации инновационных проектов, которая позволяет рассчитать значение интегрального показателя эффективности (результативности) проекта, используя объемы и состав используемых ресурсов:

$$Y = F(X_1, X_2, \dots, X_n), \quad (1)$$

где Y — интегральный показатель эффективности (результативности);

X_1, X_2, \dots, X_n — значения объемов n видов различных ресурсов, используемых при осуществлении инновационного проекта.

Предполагается, что ожидаемая результативность инновационного проекта равна Y^0 , а ресурсы составляют соответственно $X_1^0, X_2^0, \dots, X_n^0$. Таким образом:

$$Y^0 = F(X_1^0, X_2^0, \dots, X_n^0). \quad (2)$$

Используем следующую модель производственной функции (частный случай обобщенной *CES*-функции):

$$Y = AX_1^{\alpha_1} X_2^{\alpha_2} \dots X_n^{\alpha_n}. \quad (3)$$

Поскольку объемы ресурсов X_1, X_2, \dots, X_n — случайные величины, поэтому ожидаемые объемы ресурсов для реализации инновационного проекта с учетом риска можно рассчитать по формуле:

$$M(X_j) = X_j^0 (1 - R_j), \quad j = 1, 2, \dots, n, \quad (4)$$

где R_j — уровень риска разработки инновационной продукции для ресурса X_j .

К сожалению, в рамках предлагаемого А.В. Воронцовским подхода к оценке результативности проекта с учётом рисков недостаточно чётко конкретизируются понятия ресурсов и методика определения параметров мультипликативной функции (3). Не вполне понятно также, что автор понимает под уровнем риска для ресурса и как он практически предполагает определять этот уровень.

И.Г. Кукукина и Т.Б. Малкова [7] предлагают опираться при оценке уровня риска инновационного проекта на формулу:

$$P(p) + P(ш) = 1, \quad (5)$$

где $P(p)$ — вероятность риска (неблагоприятного исхода) инновационного проекта;

$P(ш)$ — вероятность шанса (благоприятного исхода) инновационного проекта.

Формула (5) не вызывает сомнений, поскольку одним из исходов инновационного проекта будет либо реализация риска, либо реализация шанса. Это связано с тем, что какие-то отклонения (пусть даже весьма незначительные) фактического исхода проекта от ожидаемого всегда будут иметь место. Однако как на основе формулы (5) оценить ожидаемые или предельные потери вследствие возможной реализации цепочек взаимосвязанных рисков инновационного проекта — непонятно. В целом следует отметить, что общим недостатком предлагаемых в этих и многих других источниках, рассматривающих проблематику управления рисками, инновационных проектов является недостаточная нацеленность предлагаемых подходов и методов на обеспечение возможности их практического применения на предприятиях.

Количественные оценки влияния рисков инвестиционного периода инновационного проекта на чистый приведённый доход и индекс рентабельности инвестиций получены в работах [8; 9]. В частности, в [9] показано, что относительное изменение чистого дохода под воздействием интегрального риска увеличения длительности инвестиционного периода определяется по формуле

$$\delta NPV = \frac{PI \cdot \delta PV}{PI - 1}, \quad (6)$$

а под воздействием интегрального риска увеличения инвестиционных затрат — по формуле

$$\delta NPV = -\frac{\delta IC}{1 - \delta IC}. \quad (7)$$

В формулах (6) и (7) использованы следующие обозначения

- PI — индекс рентабельности инвестиций при отсутствии реализации рисков;
- δPV , δNPV , δIC — относительные изменения общего дисконтированного дохода, чистого приведённого дохода и инвестиционных затрат под воздействием риска увеличения длительности инвестиционного периода.

При этом аналитические оценки, используемой в (6) величины относительного изменения δPV получены и исследованы в [8], где также показано, что относительное изменение индекса рентабельности инвестиций под воздействием риска увеличения длительности инвестиционного периода равно соответствующему относительному изменению общего дисконтированного дохода, т.е.

$$\delta PI = \delta PV. \quad (8)$$

Аналогично в [1] показано, что относительное изменение индекса рентабельности инвестиций под воздействием риска увеличения инвестиционных затрат определяется равенством

$$\delta PI = -\frac{\delta IC}{1 + \delta IC}. \quad (9)$$

Использование формул (6)–(9) позволяет оценивать влияние интегральных рисков инвестиционного периода на ключевые показатели экономической эффективности анализируемых проектов, а также прогнозировать влияние возможного увеличения длительности инвестиционного периода и объёма инвестиционных затрат на эти показатели.

При разработке и выводе на рынок наукоемкой продукции реализация исследованных в [8; 9] рисков увеличения длительности инвестиционного периода и риска увеличения инвестиционных затрат весьма вероятна. Этот обстоятельство обуславливает актуальность и полезность полученных в этих работах результатов. В частности, в них показано, что для низкорентабельных проектов чувствительность чистого приведённого дохода к воздействию рисков инвестиционного периода весьма высока и гораздо выше чувствительности к ним индекса рентабельности инвестиций. Поэтому для низкорентабельных проектов в условиях воздействия рисков, включая риски недостаточной достоверности прогнозирования чистых денежных потоков периода

эксплуатации проекта достоверность оценок чистого приведённого дохода существенно ниже достоверности оценок индекса рентабельности инвестиций. Как следует из результатов [8], аналогичный вывод можно сделать и применительно к воздействию интегральных рисков периода эксплуатации. Однако в этих работах не оцениваются специфические риски разных этапов научной разработки, предшествующих инвестиционному периоду создания или модернизации производства наукоемкой продукции и не исследуются частные риски, связанные с выводом на рынок наукоемкой продукции.

Формирование системы ключевых индикаторов риска

Мы предлагаем для каждого этапа разрабатывать по 2–3 ключевых индикаторов риска (KRI), которые учитывают при принятии решения о продолжении проекта создания и вывода на рынок наукоемкой продукции. KRI — это способ упреждающего измерения рисков, с которыми может столкнуться проект, они служат системой раннего предупреждения о надвигающихся кризисах, давая время для разработки плана действий по смягчению потенциального воздействия конкретного риска или предотвращению его возникновения.

KRI также связаны с аппетитом к риску, который устанавливает порог уровня риска, на который можно пойти при реализации проекта для достижения целей, информируя о надвигающихся угрозах или уязвимостях, которые могут превысить установленный порог. KRI не предназначены для отслеживания каждого конкретного риска, с которым может столкнуться проект [12]. Вместо этого они предназначены для отслеживания ключевых типов рисков, которые могут поставить под угрозу основные цели и приоритеты процесса создания и вывода на рынок наукоемкой продукции.

Разработка KRI может включать разработку формул или алгоритмов, которые объединяют несколько точек данных для получения значимых показателей. Крайне важно, чтобы они были ясными и понятными всем участвующим сторонам. Кроме того, желательно определить приоритетность ограниченного числа KRI , сосредоточив внимание на тех, которые обеспечивают наибольшую ценность с точки зрения управления рисками.

После того как KRI проверены и скорректированы, их необходимо интегрировать в процесс управления сквозным процессом создания и вывода на

рынок наукоемкой продукции, что включает в себя, в частности, внедрение процедур регулярного мониторинга *KRI*. Интеграция также предполагает доведение *KRI* и их важности до всех уровней управления проектом для принятия обоснованных решений. Кроме того, полезно создать систему отчетности, которая позволит регулярно получать обновленную информацию о важнейших показателях эффективности.

Также важно, чтобы *KRI* не были статичными, раз и навсегда утверждёнными индикаторами. Поэтому необходимо постоянно пересматривать и совершенствовать их, чтобы гарантировать актуальность и эффективность. Такой анализ должен быть частью жизненного цикла управления сквозным процессом создания и вывода на рынок наукоемкой продукции с периодическими оценками для корректировки *KRI* по мере необходимости. Кроме того, организация должна быть открыта для внедрения новых технологий и методов, которые могут повысить точность и полезность *KRI*: среда риска динамична, и *KRI* должны развиваться, чтобы отражать эти изменения.

В идеале эффективные ключевые индикаторы риска должны обладать такими характеристиками, как:

- 1) актуальность: *KRI* должны помогать идентифицировать, количественно оценивать, отслеживать и управлять рисками, связанными с основными бизнес-целями, то есть с организационной стратегией;
- 2) измеримость: как и любой индикатор, индикатор риска должен поддаваться количественному измерению (которое можно представить в виде численной оценки ожидаемого или предельного ущерба, выраженного в денежных или натуральных единицах, либо в процентах от величины тех или иных ресурсов или показателей);
- 3) прогнозируемость: на основе применения данных индикаторов можно прогнозировать будущие проблемы, в отношении которых можно действовать превентивно;
- 4) легкая контролируемость: легко собирать и анализировать данные и составлять отчеты;
- 5) проверяемость: легко проверить, как была получена информация;
- 6) сопоставимость: ключевые показатели риска также должны обеспечивать возможность сравнения как внутри компании, так и с отраслевыми стандартами.

Предлагаем проводить расчет агрегированного внутреннего риска для каждого этапа по формуле:

$$K_j = \sum_{i=1}^{n_j} R_i, \quad (10)$$

где R_i — значение i -го ключевого индикатора риска;
 n_j — количество ключевых индикаторов риска для j -го этапа проекта.

Для более успешного управления рисками необходим расчет агрегированного внутреннего риска для проекта в целом по формуле:

$$AP = \frac{\sum_{j=1}^m K_j \cdot P_{\Pi j}}{\sum_{j=1}^m P_{\Pi j}}, \quad (11)$$

где AP — агрегированный внутренний риск управления сквозным процессом создания и вывода на рынок наукоемкой продукции;

K_j — коэффициент весомости j -го этапа управления сквозным процессом создания и вывода на рынок наукоемкой продукции;

$P_{\Pi j}$ — уровень риска j -го этапа управления сквозным процессом создания и вывода на рынок наукоемкой продукции;

m — количество этапов управления сквозным процессом создания и вывода на рынок наукоемкой продукции.

В табл. 2 приведены результаты экспертной оценки коэффициента весомости этапов управления сквозным процессом создания и вывода на рынок наукоемкой продукции.

Этап 6 подразумевает два обязательных подэтапа:

- подэтап создания или модернизации производства наукоемкой продукции, который соответствует инвестиционному периоду инновационного проекта;

- подэтап выпуска наукоемкой продукции, который соответствует периоду эксплуатации инновационного проекта.

Особенностью данного подхода является то, что он не накладывает условий транзитивности (т.е. логичности предпочтения). Анализ полученных результатов показал, что наиболее весомым является этап 3 — Разработка концепции «Проектирование», на втором месте — Этап 1, Идентификация инновационных возможностей «шаг 1 — Выявление возможностей».

Таблица 2

Оценки экспертов по 10-балльной шкале

| Эксперты, $Э^j$ | | $Э^1$ | $Э^2$ | $Э^3$ | $Э^4$ | $Э^5$ | Оценка | Коэффициент весомости этапа |
|-----------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-----------------------------------|
| Этап 1 | Идентификация инновационных возможностей «шаг I — Выявление возможностей» | 9 | 7 | 6 | 10 | 5 | 37 | 0,18137 |
| Этап 2 | Генерация и оценка идей «этап II — выявление возможностей» | 6 | 9 | 9 | 5 | 6 | 35 | 0,17157 |
| Этап 3 | Разработка концепции «Проектирование» | 10 | 5 | 9 | 8 | 7 | 39 | 0,19118 |
| Этап 4 | «Тестирование» | 3 | 7 | 6 | 5 | 6 | 27 | 0,13235 |
| Этап 5 | Вывод на рынок | 5 | 6 | 7 | 7 | 6 | 31 | 0,15196 |
| Этап 6 | Производство | 5 | 9 | 8 | 7 | 6 | 35 | 0,17157 |
| Сумма значений | | 38 | 43 | 45 | 42 | 36 | 204 | 1 |

Риски управления процессом создания и вывода на рынок наукоёмкой продукции могут включать различные аспекты, такие как финансовые, технические, рыночные, временные и другие. В табл. 3 представлены типы рисков для каждого этапа.

Таблица 3

**Типы рисков для каждого этапа управления
процессом создания и вывода на рынок
наукоёмкой продукции**

| Этап | Тип риска | Описание |
|--------|-------------------|---|
| Этап 1 | Финансовые риски | Недостаточное финансирование на этапе исследования и анализа |
| | Технические риски | Неправильное определение возможностей, что может привести к разработке невостребованных продуктов |
| | Рыночные риски | Неверная оценка рыночного спроса и конкуренции |
| Этап 2 | Финансовые риски | Перерасход средств на генерацию большого количества идей без их должной фильтрации |
| | Технические риски | Выбор неоптимальных идей для дальнейшей разработки |
| | Временные риски | Задержки в процессе оценки и выбора идей |
| Этап 3 | Финансовые риски | Превышение бюджета на разработку концепции |
| | Технические риски | Технические ошибки в концепции, которые могут повлиять на дальнейшую разработку |
| | Временные риски | Задержки в разработке концепции, что может повлиять на сроки вывода продукта на рынок |
| Этап 4 | Финансовые риски | Дополнительные затраты на тестирование и исправление ошибок |

Окончание табл. 3

| Этап | Тип риска | Описание |
|--------|-------------------|--|
| | Технические риски | Обнаружение критических ошибок, требующих значительных изменений |
| | Временные риски | Задержки в тестировании, влияющие на сроки выпуска продукта |
| Этап 5 | Финансовые риски | Недостаточная маркетинговая поддержка, ведущая к низким продажам |
| | Рыночные риски | Негативная реакция рынка на продукт |
| | Временные риски | Задержки в запуске продукта, что может привести к потере рыночных возможностей |
| Этап 6 | Финансовые риски | Перерасход на производство из-за непредвиденных затрат |
| | Технические риски | Проблемы с качеством продукции |
| | Временные риски | Задержки в производстве, влияющие на сроки поставок |

Если риски выражаются в процентах от разных показателей, их суммирование может быть некорректным, вместо этого целесообразно использовать весовые коэффициенты, присвоив каждому типу риска весовой коэффициент в зависимости от его важности для конкретного этапа. Такой подход обеспечит возможность учесть все типы рисков и их относительную важность для каждого этапа.

На основании вышеизложенного нами были разработаны критерии оценки риска для каждого этапа управления сквозным процессом создания и вывода на рынок наукоёмкой продукции на основе цифровой технологии *Smart-Stage-Gate* (табл. 4).

Для оценки риска на каждом из этапов предлагаем использовать шкалу оценки, представленную в табл. 5.

Таблица 4

**Критерии оценки риска для каждого этапа
управления сквозным процессом создания и вывода на рынок наукоемкой продукции**

| Этап | KRI | Формула | Описание |
|---|--|--|---|
| Этап 1 — Идентификация инновационных возможностей | KRI_{11} — Риск недостаточной исследовательской базы | $KRI_{11} = \text{Количество недостающих данных} / \text{Общее количество необходимых данных} \times 100\%$ | Оценивает, насколько полно исследованы возможности для инновационного проекта. Высокий процент указывает на недостаток данных, что может привести к ошибочным выводам |
| | KRI_{12} — Риск изменения рыночных условий | $KRI_{12} = \text{Количество изменений в рыночных условиях} / \text{Общее количество рыночных факторов} \times 100\%$ | Оценивает вероятность изменения рыночных условий, которые могут повлиять на успешность проекта |
| | KRI_{13} — Риск недостаточной экспертизы команды | $KRI_{13} = \text{Количество недостающих специалистов} / \text{Общее количество необходимых специалистов} \times 100\%$ | Оценивает, насколько команда проекта обладает необходимыми знаниями и навыками для успешного выявления инновационных возможностей. Высокий процент указывает на риск недостаточной компетенции. |
| Этап 2. Генерация и оценка идей | KRI_{21} — Риск низкой креативности идей | $KRI_{21} = \text{Количество уникальных идей} / \text{Общее количество идей} \times 100\%$ | Оценивает, насколько идеи уникальны и инновационны. Низкий процент указывает на риск генерации слишком похожих или неоригинальных идей |
| | KRI_{22} — Риск недостаточной оценки идей | $KRI_{22} = \text{Количество не оцененных идей} / \text{Общее количество идей} \times 100\%$ | Оценивает, насколько полно и качественно оценены все предложенные идеи. Высокий процент указывает на риск пропустить потенциально успешные идеи |
| | KRI_{23} — Риск недостаточного вовлечения стейкхолдеров | $KRI_{23} = \text{Высокий процент указывает на риск недостаточной компетенции} / \text{Общее количество стейкхолдеров} \times 100\%$ | Оценивает степень вовлеченности всех заинтересованных сторон в процесс генерации и оценки идей. Высокий процент указывает на риск недостаточного участия и поддержки |
| Этап 3: Разработка концепции | KRI_{31} — Риск несоответствия концепции рынку | $KRI_{31} = \text{Количество несоответствий концепции рыночным требованиям} / \text{Общее количество требований} \times 100\%$ | Оценивает, насколько концепция соответствует рыночным требованиям и ожиданиям потребителей. Высокий процент указывает на риск создания продукта, который не будет востребован |
| | KRI_{32} — Риск технологической неопределенности | $KRI_{32} = \text{Количество неопределенностей в технологии} / \text{Общее количество технологических требований} \times 100\%$ | Оценивает, насколько технологии, используемые в концепции, являются надежными и проверенными. Высокий процент указывает на риск использования недостаточно зрелых или надежных технологий |
| | KRI_{33} — Риск несоответствия концепции законодательным требованиям | $KRI_{33} = \text{Количество несоответствий концепции законодательным требованиям} / \text{Общее количество законодательных требований} \times 100\%$ | Оценивает, насколько концепция соответствует текущим законодательным требованиям. Высокий процент указывает на риск юридических проблем при дальнейшем развитии и выводе продукта на рынок |
| Этап 4 — Тестирование | KRI_{41} — Риск неудачного тестирования | $KRI_{41} = \text{Количество неудачных тестов} / \text{Общее количество тестов} \times 100\%$ | Оценивает вероятность того, что продукт не пройдет все этапы тестирования. Высокий процент указывает на риск технических проблем или недоработок |
| | KRI_{42} — Риск задержки тестирования | $KRI_{42} = (\text{Фактическое время тестирования} - \text{Планируемое время тестирования}) / \text{Планируемое время тестирования} \times 100\%$ | Оценивает, насколько тестирование укладывается в запланированные сроки. Высокий процент указывает на риск задержек, что может повлиять на сроки вывода продукта на рынок |
| | KRI_{43} — Риск недостаточного количества тестирующих | $KRI_{43} = \text{Количество недостающих тестирующих} / \text{Общее количество необходимых тестирующих} \times 100\%$ | Оценивает, насколько проект обеспечен необходимыми ресурсами для тестирования. Высокий процент указывает на риск некачественного или неполного тестирования |
| Этап 5 — Вывод на рынок | KRI_{51} — Риск недостаточной маркетинговой поддержки | $KRI_{51} = (\text{Необходимые маркетинговые ресурсы} - \text{Доступные маркетинговые ресурсы}) / \text{Необходимые маркетинговые ресурсы} \times 100\%$ | Оценивает, насколько проект обеспечен необходимыми маркетинговыми ресурсами для успешного вывода на рынок. Высокий процент указывает на риск недостаточной видимости продукта |

Окончание табл. 4

| Этап | KRI | Формула | Описание |
|-----------------------|--|--|---|
| Этап 6 — Производство | KRI_{52} — Риск низкой потребительской реакции | $KRI_{52} = (\text{Планируемое количество потребителей} - \text{Фактическое количество потребителей}) / \text{Планируемое количество потребителей} \times 100\%$ | Оценивает, насколько фактическая реакция потребителей соответствует планируемой. Высокий процент указывает на риск низкой популярности продукта |
| | KRI_{53} — Риск изменения законодательства | $KRI_{53} = \text{Количество изменений в законодательстве} / \text{Общее количество законодательных факторов} \times 100\%$ | Оценивает вероятность изменений в законодательстве, которые могут повлиять на успешность вывода продукта на рынок. Высокий процент указывает на риск юридических проблем |
| | KRI_{61} — Риск производственных сбоев | $KRI_{61} = \text{Количество производственных сбоев} / \text{Общее количество производственных операций} \times 100\%$ | Оценивает вероятность возникновения сбоев в производственном процессе. Высокий процент указывает на риск задержек и увеличения затрат |
| | KRI_{62} — Риск превышения бюджета | $KRI_{62} = (\text{Фактические затраты} - \text{Планируемые затраты}) / \text{Планируемые затраты} \times 100\%$ | Оценивает, насколько фактические затраты на производство превышают запланированные. Высокий процент указывает на риск превышения бюджета, что может негативно повлиять на финансовую устойчивость проекта |
| | KRI_{63} — Риск нехватки сырья и материалов | $KRI_{63} = \text{Количество недостающих материалов} / \text{Общее количество необходимых материалов} \times 100\%$ | Оценивает, насколько проект обеспечен необходимыми материалами и сырьем для производства. Высокий процент указывает на риск задержек или остановки производства из-за нехватки ресурсов |

Таблица 5

Шкала оценки риска и описание действий на каждом уровне

| Шкала | Уровень риска | Описание действий |
|--------|------------------|--|
| 0–10% | Низкий риск | Некоторые несоответствия, но уровень риска минимальный. В этом диапазоне риски минимальны, и их влияние на проект незначительно. Управление такими рисками требует минимальных ресурсов и усилий, что соответствует принципам эффективного управления рисками |
| 11–30% | Средний риск | В целом уровень риска приемлемый. Риски становятся более заметными и требуют внимания, но все еще находятся в пределах управляемости. На этом этапе важно начать предпринимать меры для минимизации рисков, что соответствует стратегии проактивного управления рисками |
| 31–50% | Высокий риск | Значительный уровень риска может потребовать значительных изменений в проекте. Риски становятся значительными и могут потребовать значительных изменений в проекте или стратегии. На этом этапе важно активно работать над снижением рисков, возможно, с привлечением дополнительных ресурсов |
| > 50% | Критический риск | Максимальный уровень риска, необходимо отказаться от проекта на любом из этапов. Риски становятся критическими и могут поставить под угрозу сам проект. На этом этапе требуется немедленное и радикальное вмешательство для минимизации ущерба, что соответствует экстремальным мерам в управлении рисками |

Алгоритм управления рисками сквозного процесса создания и вывода на рынок наукоемкой продукции

В табл. 6 представлен алгоритм управления рисками сквозного процесса создания и вывода на рынок наукоемкой продукции с применением ключевых индикаторов риска и шкалы оценки рисков.

Разработка и управление сквозным процессом создания и вывода на рынок наукоемкой продукции требует тщательного анализа и управления рисками на каждом этапе. Использование предложенных индикаторов риска (KRI) и шкалы оценки способно обеспечить систематический мониторинг и оценку рисков, их минимизацию и, следовательно, успешное выполнение проекта. Визуальное представление алгоритма приведено на рис. 1.

Предлагаемый алгоритм содержит экспертные блоки, позволяющие наряду с определением ключевых индикаторов риска оценивать влияние интегральных рисков инвестиционного периода и периода эксплуатации на чистый приведённый доход от реализации проекта и индекс рентабельности инвестиций. Указанные оценки рекомендуется проводить по аналитическим зависимостям, полученным в работах [8; 9].

Немаловажным для реализации предлагаемого подхода является то, что для точного расчета и отслеживания KRI необходимы надежные и актуальные источники данных, которые могут включать

Таблица 6

Алгоритм управления рисками сквозного процесса создания и вывода на рынок наукоемкой продукции

| Этап | Действие | Мероприятия | Оценка | Решение |
|---|---|--|---|--|
| Этап 1 — Идентификация инновационных возможностей | Сбор данных и анализ рынка | Провести исследование рынка, выявить текущие тенденции и потребности. Оценить конкурентную среду и определить уникальные возможности | Рассчитать KRI_{11} , KRI_{12} , KRI_{13} . Оценить риски по шкале и влияние интегральных рисков на чистый приведённый доход от реализации проекта и индекс рентабельности инвестиций | Если: 0–10%, то провести минимальное дополнительное исследование; 11–30%, то назначить дополнительные ресурсы для исследования; 31–50%, то пересмотреть стратегию и возможно привлечь внешних экспертов; > 50%, то пересмотреть целесообразность продолжения проекта |
| Этап 2 — Генерация и оценка идей | Генерация идей: Провести мозговые штурмы и вовлечение стейкхолдеров. Создать базу идей и провести первичную фильтрацию | Оценка идей: Оценить каждую идею по заранее установленным критериям | Рассчитать KRI_{21} , KRI_{22} , KRI_{23} . Оценить риски по шкале и влияние интегральных рисков на чистый приведённый доход от реализации проекта и индекс рентабельности инвестиций | Если: 0–10%, то провести минимальное дополнительное исследование; 11–30%, то назначить дополнительные ресурсы для оценки; 31–50%, то пересмотреть стратегию и возможно привлечь внешних экспертов; > 50%, то пересмотреть целесообразность продолжения проекта |
| Этап 3 — Разработка концепции | Разработка концепции: Создать детальные концепции на основе отобранных идей. Провести внутренние и внешние презентации для получения обратной связи | | Рассчитать KRI_{31} , KRI_{32} , KRI_{33} . Оценить риски по шкале и влияние интегральных рисков на чистый приведённый доход от реализации проекта и индекс рентабельности инвестиций | Если: 0–10%, то провести минимальное дополнительное исследование; 11–30%, то назначить дополнительные ресурсы для разработки; 31–50%, то пересмотреть стратегию и возможно привлечь внешних экспертов; > 50%, то пересмотреть целесообразность продолжения проекта |
| Этап 4 — Тестирование | Планирование тестирования: Разработать план тестирования, определить метрики успеха. Назначить ответственных за проведение тестов | Проведение тестирования: Выполнить все запланированные тесты. Собрать и проанализировать результаты | Рассчитать KRI_{41} , KRI_{42} , KRI_{43} . Оценить риски по шкале и влияние интегральных рисков на чистый приведённый доход от реализации проекта и индекс рентабельности инвестиций | Если: 0–10%, то провести минимальное дополнительное исследование; 11–30%, то назначить дополнительные ресурсы для тестирования; 31–50%, то пересмотреть стратегию и возможно привлечь внешних экспертов; > 50%, то пересмотреть целесообразность продолжения проекта |
| Этап 5 — Вывод на рынок | Планирование маркетинговой кампании: Разработать стратегию маркетинга и продвижения. Назначить ответственных за реализацию кампании | Запуск продукта: Провести запуск продукта на рынок. Собрать обратную связь от первых пользователей | Рассчитать KRI_{51} , KRI_{52} , KRI_{53} . Оценить риски по шкале и влияние интегральных рисков на чистый приведённый доход от реализации проекта и индекс рентабельности инвестиций | Если: 0–10%, то провести минимальное дополнительное исследование; 11–30%, то назначить дополнительные ресурсы для маркетинга; 31–50%, то пересмотреть стратегию и возможно привлечь внешних экспертов; > 50%, то пересмотреть целесообразность продолжения проекта |
| Этап 6 — Производство | Планирование производства: Разработать производственный план, определить необходимые ресурсы. Назначить ответственных за производство | Запуск производства: Начать производство продукта. Контролировать качество и соблюдение сроков | Рассчитать KRI_{61} , KRI_{62} , KRI_{63} . Оценить риски по шкале и влияние интегральных рисков на чистый приведённый доход от реализации проекта и индекс рентабельности инвестиций | Если: 0–10%, то провести минимальное дополнительное исследование; 11–30%, то назначить дополнительные ресурсы для производства; 31–50%, то пересмотреть стратегию и возможно привлечь внешних экспертов; > 50%, то пересмотреть целесообразность продолжения проекта |

внутренние данные (например, данные о производительности, о поведении клиентов) и внешние данные (например, экономические показатели, отраслевые показатели). Используя комплексную информацию в единой информационной системе, можно получить целостное представление о риске каждого этапа проекта. Необходимо, чтобы данные, используемые при расчете KRI , были надежными,

точными и доступными своевременно. Для получения полного представления об определенных рисках может потребоваться интеграция различных источников данных. То есть для эффективного управления рисками должна быть возможность автоматизации сбора данных, которая может повысить эффективность и снизить вероятность человеческих ошибок.



Рис. 1. Алгоритм управления рисками сквозного процесса создания и вывода на рынок наукоёмкой продукции

Информационные панели играют жизненно важную роль в эффективном отображении и передаче информации *KRI*. Эти интерактивные инструменты предоставляют информацию в режиме реального времени, позволяя заинтересованным сторонам

отслеживать *KRI*, выявлять тенденции и детализировать конкретные области риска. Панели мониторинга могут включать диаграммы, графики и таблицы для представления данных *KRI* в практическом и простом формате.

Заключение

В заключение отметим, что разработка для каждого этапа жизненного цикла проекта ключевых индикаторов риска и расчета агрегированного риска управления сквозным процессом создания и вывода на рынок наукоемкой продукции на основе цифровой модели *Smart-Stage-Gate* позволит обеспечить принятие решений с наименьшим уровнем агрегированного внутреннего риска. При этом идентификация и выбор соответствующих ключевых показателей риска является критически важным процессом,

следуя структурированному подходу, включающему понимание организационного контекста, создание структуры, определение источников данных и постоянную проверку, разработанные *KRI* будут представлять собой значимую ценность при создании и выводе на рынок наукоемкой продукции. Предлагаемый подход не только позволит предвидеть и смягчать риски, но также обеспечит лучшее согласование стратегических целей проектов наукоемких предприятий, обеспечивая им долгосрочную устойчивость и успех.

Литература

1. Бараненко С.П. Инновационный менеджмент [Текст] / С.П. Бараненко. — М.: Центрполиграф, 2018. — 320 с.
2. Воронцовский А.В. Управление рисками [Текст] / А.В. Воронцовский. — М.: Юрайт, 2017. — 416 с.
3. Вяткин В.Н. Риск-менеджмент [Текст] / В.Н. Вяткин, В.А. Гамза, Ф.В. Маевский. — М.: Юрайт, 2017. — 366 с.
4. Калко А.А. Разработка алгоритма управления сквозным процессом создания и вывода на рынок наукоемкой продукции на основе *Smart-Stage-Gate* [Текст] / А.А. Калко // Экономика и управление. — 2024. — Т. 30. — № 11.
5. Колесник А.Ю. Влияние стратегических рисков на реализацию проектов нефтегазовой компании [Текст] / А.Ю. Колесник, Ю.А. Тюлькина // Научные исследования и разработки. Российский журнал управления проектами. — 2023. — № 3. — С. 9–15. — DOI: <https://doi.org/10.12737/2587-6279-2023-12-3-9-15>
6. Королёва Т.С. Практика внедрения stage-gate подхода и профессиональной системы управления проектами: актуальные проблемы [Текст] / Т.С. Королёва // Научные исследования и разработки. Российский журнал управления проектами. — 2024. — № 4. — С. 20–28. — DOI: <https://doi.org/10.12737/2587-6279-2024-13-4-20-28>
7. Кукукина И.Г. Экономическая оценка инвестиций [Текст] / И.Г. Кукукина, Т.Б. Малкова. — М.: Кнорус, 2016. — 304 с.
8. Кунин В.А. Влияние ошибок прогнозирования денежных потоков на точность и достоверность оценки экономической эффективности инновационно-инвестиционных проектов [Текст] / В.А. Кунин // Проблемы современной экономики. — 2022. — № 1. — С. 128–131.
9. Кунин В.А. Оценка влияния инвестиционных рисков на ключевые показатели экономической эффективности реального инвестирования [Текст] / В.А. Кунин // Цифровая экономика и финансы: Материалы Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 16–17 марта 2023 года. — СПб.: Астерион, 2023. — С. 108–114.
10. Львова О.А. Разработка сетевых трансформационных программ оздоровления проблемных компаний на примере машиностроительной отрасли [Текст] / О.А. Львова // Научные исследования и разработки. Российский журнал управления проектами. — 2023. — № 2. — С. 3–11. — DOI: <https://doi.org/10.12737/2587-6279-2023-12-2-3-11>
11. Мильнер Б.З. Организация создания инноваций: горизонтальные связи и управление [Текст]: монография /

- Б.З. Мильнер, Т.М. Орлова. — М.: ИНФРАМ, 2017. — 286 с.
12. Мумладзе Р.Г. Инновационный менеджмент: теория и практика [Текст] / Р.Г. Мумладзе, И.В. Васильева. — М.: Русайнс, 2019. — 240 с.
13. Ратнер С.В. Эконометрические методы управления рисками инновационных проектов [Текст] / С.В. Ратнер, М.Ю. Архипова, Р.М. Нижегородцев. — М.: Ленанд, 2017. — 272 с.
14. Филько С.В. Риск-контроллинг инновационной деятельности [Текст]: монография / С.В. Филько, И.В. Филько. — Красноярск: Изд-во СибГУ, 2020. — 165 с.
15. Florio M.A. Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects: Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014–2020. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2015. 364 p.
16. Pauceanu A.M. Innovation, innovators and businesses. Durham, NC: Generation Strong Inc USA under White Feathers Group. 2021. 240 p.

References

1. Baranenko S.P. Innovative management. M.: Centerpoligraf, 2018. 320 p.
2. Vorontsovsky A.V. Risk management. M.: Yurait, 2017. 416 p.
3. Vyatkin V.N., Gamza V.A., Maevsky F.V. Risk management. M.: Yurait, 2017. 366 p.
4. Kalko A.A. Development of an algorithm for managing the end-to-end process of creating and launching high-tech products on the market based on *Smart-Stage-Gate* // Economy and Management. 2024. Vol. 30. No. 11.
5. Kolesnik A.Yu., Tyulkin Yu.A. The impact of strategic risks on the implementation of oil and gas company projects // Research and Development. Russian Journal of Project Management. 2023. No. 3, pp. 9–15. DOI: <https://doi.org/10.12737/2587-6279-2023-12-3-9-15>
6. Koroleva T.S. Practice of implementing stage-gate approach and professional project management system: current issues // Research and development. Russian journal of project management. 2024. No. 4. Pp. 20–28. DOI: <https://doi.org/10.12737/2587-6279-2024-13-4-20-28>
7. Kukukina I.G., Malkova T.B. Economic assessment of investments. M.: Knorus, 2016. 304 p.
8. Kunin V.A. The Impact of Cash Flow Forecasting Errors on the Accuracy and Reliability of Assessing the Economic Efficiency of Innovation and Investment Projects // Problems of Modern Economy. 2022. No. 1, pp. 128–131.

9. Kunin V.A. Assessing the Impact of Investment Risks on Key Indicators of the Economic Efficiency of Real Investments / V.A. Kunin // *Digital Economy and Finance: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference*, St. Petersburg, March 16–17, 2023. St. Petersburg: Asterion, 2023, pp. 108–114.
10. Lvova O.A. Development of Network Transformational Programs for the Recovery of Troubled Companies Using the Example of the Mechanical Engineering Industry // *Research and Development. Russian Journal of Project Management*. 2023. No. 2, pp. 3–11. DOI: <https://doi.org/10.12737/2587-6279-2023-12-2-3-11>
11. Milner B.Z. Organization of innovation creation: horizontal connections and management: monograph / B.Z. Milner, T.M. Orlova. M.: INFRAM, 2017. 286 p.
12. Mumladze R.G. Innovative management: theory and practice / R.G. Mumladze, I.V. Vasilyeva. M.: Rusains, 2019. 240 p.
13. Ratner S.V. Econometric methods of risk management of innovation projects / S.V. Ratner, M.Yu. Arkhipova, R.M. Nizhegorodtsev. M.: Lenand, 2017. 272 p.
14. Filko S.V. Risk Controlling of Innovation Activity: monograph / S.V. Filko, I.V. Filko; Siberian State University of Science and Technology named after Academician M.F. Reshetnev. Krasnoyarsk: SibSU, 2020. 165 p.
15. Florio M.A. Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects: Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014–2020. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2015. 364 p.
16. Pauceanu A.M. Innovation, innovators and businesses. Durham, NC: Generation Strong Inc USA under White Feathers Group. 2021. 240 p.