

УДК 338.3

***Е. Ю. Васильева***

Московский государственный строительный университет (национальный исследовательский университет), Москва, e-mail: chibisovaey@mgsu.ru

***Т. Ю. Кудрявцева***

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, e-mail: kudryavtseva\_tyu@spbstu.ru

***Д. В. Овсянко***

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, Санкт-Петербург, e-mail: ovsianko@itmo.ru

## **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИЙ В ИННОВАЦИИ В ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**Ключевые слова:** инновации, инвестиции, химическая промышленность, техническое развитие, технология, продукт.

В современных условиях хозяйствования успешное развитие предприятий невозможно без инновационной деятельности, направленной на создание и реализацию инноваций. Инвестирование в инновации обеспечивает создание высокотехнологичной структуры экономики, разработку и внедрение новейших технологий, производство и экспорт конкурентоспособной продукции с высокой добавленной стоимостью. Переход экономики России к росту, а в долгосрочной перспективе – поэтапный перевод всех хозяйственных систем на инновационный тип развития, технологическое обновление предприятий производственной сферы, повышении их конкурентоспособности, невозможны без существенной активизации инвестиционной деятельности. Принятие решений о целесообразности того или иного инвестиционного проекта должно базироваться на методологически верных и современных подходах к его оценке. Применение корректных методов и критериев оценки эффективности инвестиционных вложений в инновационные продукты позволяет оценить различные варианты реализации проекта, учесть его риски, выявить факторы, которые в наибольшей степени влияют на эффективность проекта, что, в конечном счете, позволяет принять оптимальное инвестиционное решение. В данной статье на примере проекта химической промышленности был проведен анализ чувствительности и были рассчитаны основные показатели эффективности. На базе этих результатов был применен метод дерева решений. В результате, авторами показано, что чистая приведенная стоимость от реализации проекта с учетом факторов риска выше, чем при реализации проекта с базовыми первоначальными условиями.

***Е. Y. Vasileva***

Moscow State (National Research) University of Civil Engineering (MGSU), Moscow, e-mail: chibisovaey@mgsu.ru

***T. Y. Kudryavtseva***

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Saint-Petersburg, e-mail: kudryavtseva\_tyu@spbstu.ru

***D. V. Ovsyanko***

St. Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics (ITMO), Saint-Petersburg, e-mail: ovsianko@itmo.ru

## **EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF INVESTMENT IN INNOVATION IN INDUSTRY**

**Keywords:** innovation, investment, chemical industry, technical development, technology, product.

In modern business conditions, the successful development of enterprises is impossible without innovative activities aimed at the creation and implementation of innovations. Investing in innovation ensures the creation of a high-tech structure of the economy, the development and implementation of the latest technologies, the production and export of competitive products with high added value. The transition of the Russian economy to growth, and in the long term, a phased transition of all economic systems to an innovative type of development, technological renewal of enterprises in the manufacturing sector, and increasing their competitiveness, is impossible without significant intensification of investment activity. Making decisions on the appropriateness of an investment project should be based on methodologically sound and modern approaches to its evaluation. The use of the correct methods and criteria for assessing the effectiveness of investment in innovative products allows us to evaluate various options for the implementation of the project, take into account its risks, identify the factors that most affect the effectiveness of the project, which ultimately allows you to make the best investment decision. Authors demonstrate the case of the project in chemical industry. We provide results of the sensitivity analysis and effectiveness analysis. Using these results, we apply decision tree method and demonstrate that net present value of the project is higher, when we take into account risk factors.

### Введение

Процесс разработки химического продукта включает приобретение знаний из других областей, где химическое или технологическое решение уже существует [1, 2, 3]. Проблема разработки химического продукта определяется физическими и химическими свойствами. Состав, форма и физические свойства продукта определяют необходимые операции по обработке для его производства. И продукт, и технология оцениваются с точки зрения экономики, влияния на экологию, а также безопасности [4, 5].

Создание химических продуктов требует новых или измененных технологий, что обуславливает тесную связь между развитием технологии и продукта, как показано на рис. 1.

Вывод нового продукта на рынок позволяет предприятию утвердиться на конкретном сегменте, сохранить конкурентоспособность, расширить объем продаж [6, 7, 8]. Так как в химическом секторе разработка нового продукта сопровождается изменением или обновлением технологии, необходимы расчеты, позволяющие дать реальную оценку эффективности инвестиций в инновационный продукт.

Выбор метода оценки эффективности инвестиций в инновации в химической промышленности является основой выбора проекта для

дальнейшей реализации. Для выбора метода оценки эффективности инновационных проектов, рассмотрим рис. 2, показывающий соотношение продукта с рынками его сбыта.

Если предприятие направлено на эволюционное развитие, оценка инвестиций начинается, как правило, с оценки размеров предполагаемых рынков сбыта и оценки времени, затрачиваемого на разработку нового продукта, общих затрат и рисков. Предприятию, нацеленному на выход на смежные рынки, следует начинать оценку инвестиций с оценки рисков и желания потребителей приобретать данный продукт. Предприятие, осуществляющее инвестиции для поддержания текущей деятельности на существующих рынках сбыта, следует ставить перед собой задачу оценки снижения объемов продаж, доходов или рыночной доли одного продукта компании в результате дополнения ассортимента другим продуктом [9, 10, 11].

Таким образом, существующая тесная связь между развитием технологии и продукта в химической отрасли играет важную роль при реализации предприятием инвестиций в инновационные продукты. Предложенная схема позволяет выбрать наиболее оптимальные методы для оценки эффективности инновационных проектов с учетом внешних и внутренних факторов проекта.



Рис. 1. Методология разработки продукта в химическом секторе

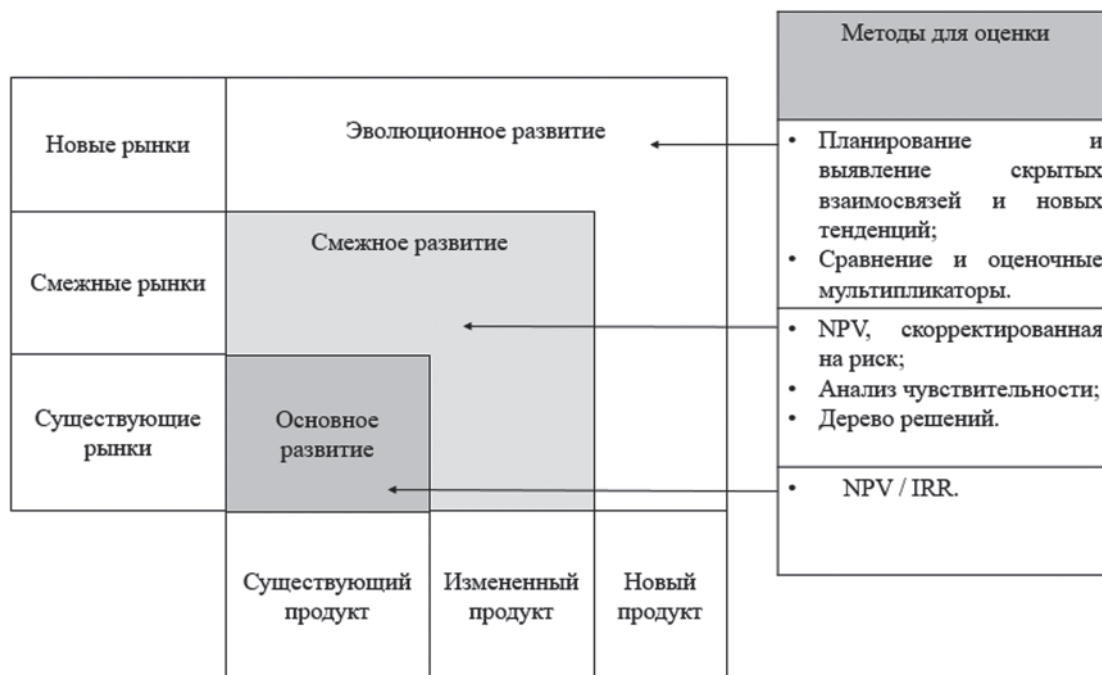


Рис. 2. Методы оценки инвестиций в инновации [9]

### Результаты исследования

Рассмотренные методы и подходы к оценке эффективности инвестиций в инновации в химической промышленности были апробированы на примере инновационного проекта по производству формалина, который является сырьем фенолформальдегидных смол, которые используются для теплоизоляционных материалов и деревопереработки, а также для мебельной промышленности [12, 13]. Техническое состояние рассматриваемого предприятия не может обеспечить выпуск смол более высокого качества с улучшенными экологическими характеристиками и значительно увеличить объемы продаж, так как качество смол во многом зависит от качества основного сырья – формалина, при этом использование собственного формалина значительно повысит конкурентоспособность и экологичность конечного продукта, а также снизит его себестоимость и позволит расширить рынок сбыта.

Таким образом, описанный выше проект предполагает смежное развитие предприятия и производство измененного продукта – с новыми потребительскими характеристиками. Следовательно, на основе рис. 2, можно сделать вывод о том, что для оценки эффективности

проекта необходимо следовать следующему алгоритму:

- 1) оценить эффективность инвестиций на основе критерия NPV;
- 2) оценить риски проекта через анализ чувствительности показателя эффективности проекта NPV;
- 3) использовать полученные оценки рисков для построения дерева решений о реализации проекта.

На первом этапе для расчёта показателей эффективности проекта был оценен дисконтированный суммарный денежный поток от инвестиционной, операционной и финансовой деятельности (табл. 1). Ставка дисконта оценена на уровне 12% через средневзвешенную цену капитала предприятия.

Таким образом, анализируя значения показателей эффективности инновационного проекта на основе данных табл. 1, можно сделать вывод о том, что условия эффективности инвестиционного проекта выполняются. Чистая приведенная стоимость проекта положительная ( $NPV > 0$ ), рентабельность инвестиций (PI) составляет  $1,88 > 1$ , срок окупаемости проекта составит 3 года 55 дней, внутренняя норма доходности (IRR) составляет 47,8% и больше ставки дисконтирования 12%.

**Таблица 1**

Денежные потоки проекта, тыс. руб.

Показатель \ Год	0	1	2	3	4	5	6
1. Денежный поток от операционной деятельности	0	39108	117392	128803	127454	126789	126354
2. Денежный поток от инвестиционной деятельности	-60 869	-171 431	0	0	0	0	0
3. Суммарный денежный поток	-60 869	-132 323	117 392	128 803	127 454	126 789	126 354
4. Дисконтированный денежный поток (ДДП)	-60 869	-118 146	93 584	91 679	80 999	71 943	64 015
5. Сальдо накопленного ДДП на начало периода	0	-60 869	-179 015	-85 430	6 249	87 248	159 192
6. Сальдо накопленного ДДП на конец периода	-60 869	-179 015	-85 430	6 249	87 248	159 192	223 207

На втором этапе были оценены основные факторы риска инновационного проекта и проведен анализ чувствительности проекта. Анализ рисков показал, что такими факторами являются – изменение объема продаж в связи освоением новых рынков сбыта сырья химической промышленности и изменение курса валют в связи покупкой импортного оборудования для производства формалина.

Фрагмент расчёта показателей чувствительности по проекту представлен в табл. 2, 3.

На основе анализа данных, представленных в табл. 2, можно сделать вывод о том, что при уменьшении объема продаж на 10% чистая приведенная стоимость проекта принимает отрицательное значение и проект становится неэффективным.

**Таблица 2**

Анализ чувствительности показателей эффективности проекта к изменению объема продаж

Показатель \ Процент изменения объема продаж	-55%	-30%	-20%	-10%	-5%	0%
Чистая приведенная стоимость (NPV), тыс. руб.	-1 750 683	-853 460	-494 571	-135 682	43 762	223 207
Рентабельность инвестиций (PI), ед.	-6,62	-2,75	-1,21	0,34	1,11	1,88
Срок окупаемости (DPP), лет	> 6 лет	> 6 лет	> 6 лет	> 6 лет	5 лет	3 года
Внутренняя норма доходности (IRR), %	-	-	-	-16,06%	19,53%	47,82%

**Таблица 3**

Анализ чувствительности показателей эффективности проекта к изменению курса евро

Показатель \ Процент изменения курса евро	0%	10%	25%	50%	90%	110%
Чистая приведенная стоимость (NPV), тыс. руб.	223 207	201 813	169 723	116 240	30 668	-12 119
Рентабельность инвестиций (PI), ед.	1,88	1,71	1,51	1,25	0,99	0,90
Срок окупаемости (DPP), лет	3 года 55 дней	3 года 160 дней	4 года 240 дней	5 лет 125 дней	> 6 лет	> 6 лет
Внутренняя норма доходности (IRR), %	47,82%	41,91%	34,64%	25,35%	14,91%	10,94%

На основе анализа данных, представленных в табл. 3, можно сделать вывод о том, что при увеличении курса евро на 90%, чистая приведенная стоимость (NPV) по сравнению с базовым значением упала в 6,8 раз, а при увеличении курса на 110% NPV принимает отрицательное значение, т. е. проект становится невыгодным для инвестирования.

На третьем этапе было построено дерево решений инновационного проекта для принятия решения о возможности его реализации с учетом комбинации факторов: изменение объема продаж и изменение курса валют. Дерево решений – это графическое изображение процесса принятия решений, в котором отражены альтернативные решения, альтернативные состояния среды, соответствующие вероятности и выигрыши для любых комбинаций альтернатив и состояний среды. Места, где принимаются решения, обозначают квадратами, места появления исходов – кругами (рис. 3).

Построение дерева решений предполагает оценку вероятности наступления события, которые оценивались на основании статистической информации о ежемесячном изменении курса евро с 2013 по 2017 г., цепных индексов продаж химической продукции в регионах за 2007–2017 гг. [14].

Для каждой альтернативы рассчитана ожидаемая стоимостная оценка ( $E$ ) – максимальную из сумм оценок выигрышей, умноженных на вероятность реализации выигрышей, для всех возможных вариантов (рис. 3):

$$E_1 = 0,36 \cdot 167\,326 + 0,46 \cdot (-191\,563) + 0,18 \cdot (-12\,119) = -30\,063 \text{ тыс. руб.};$$

$$E_2 = 0,36 \cdot 637\,977\,421 + 0,46 \cdot 279\,088 + 0,18 \cdot 458\,532 = 440\,588 \text{ тыс. руб.};$$

$$E_3 = 0,44 \cdot 402\,651 + 0,56 \cdot (-43\,762) = 201\,673 \text{ тыс. руб.};$$

$$E_4 = 0,42 \cdot (-44\,298) + 0,56 \cdot 421\,647 + 0,02 \cdot 148\,497 = 334\,368 \text{ тыс. руб.};$$

$$E_5 = 0,18 \cdot 223\,207 + 0,82 \cdot 313\,194 = 314\,359 \text{ тыс. руб.}$$

Таким образом мы получаем, что в результате реализации инновационного проекта с учетом факторов риска чистая приведенная стоимость инновационного

проекта составит 314 359 тыс. руб., т. е. проект признан эффективным.

Характеристика событий дерева решений:

1, 2, 3 – узлы событий изменения объема продаж.

4 – узел события изменения стоимости оборудования.

5 – узел события успешности реализации инновационного проекта.

Таким образом, ключевым фактором эффективности реализации рассматриваемого в статье инновационного проекта с учетом рассмотренных факторов риска является повышение производительности смол за счет использования новейшего оборудования, которое позволит предприятию снизить издержки за счет использования собственного сырья.

### Заключение

Особенности принятия решения о реализации инновационного проекта основывались на том, что предприятие реализующее проект занято в химическом секторе экономики, где разработка продукта сопровождается изменением или обновлением технологии. В соответствии с этим инновационные проекты, принимаемые и реализуемые предприятиями в химической промышленности можно разделить на три типа: проекты, направленные на эволюционное, смежное и базовое развитие. Смежное развитие подразумевает производство измененного продукта и расширение рынков сбыта, как предусмотрено в рассматриваемом инновационном проекте. В этом случае, оценка эффективности инвестиций осуществлялась с помощью расчета чистой приведенной стоимости (NPV), анализа чувствительности и построения дерева решений. Расчет основных показателей эффективности инновационного проекта осуществлялся на основе денежных потоков по проекту. Анализ чувствительности показателей эффективности проекта проводился с учетом двух факторов риска: изменения объемов продаж по проекту и изменения курса евро, так как валюта приобретения оборудования по проекту – евро. Далее, используя результаты анализа чувствительности и основные показатели эффективности по проекту, был применен метод дерева решений. В результате поэтапного применения методов оценки

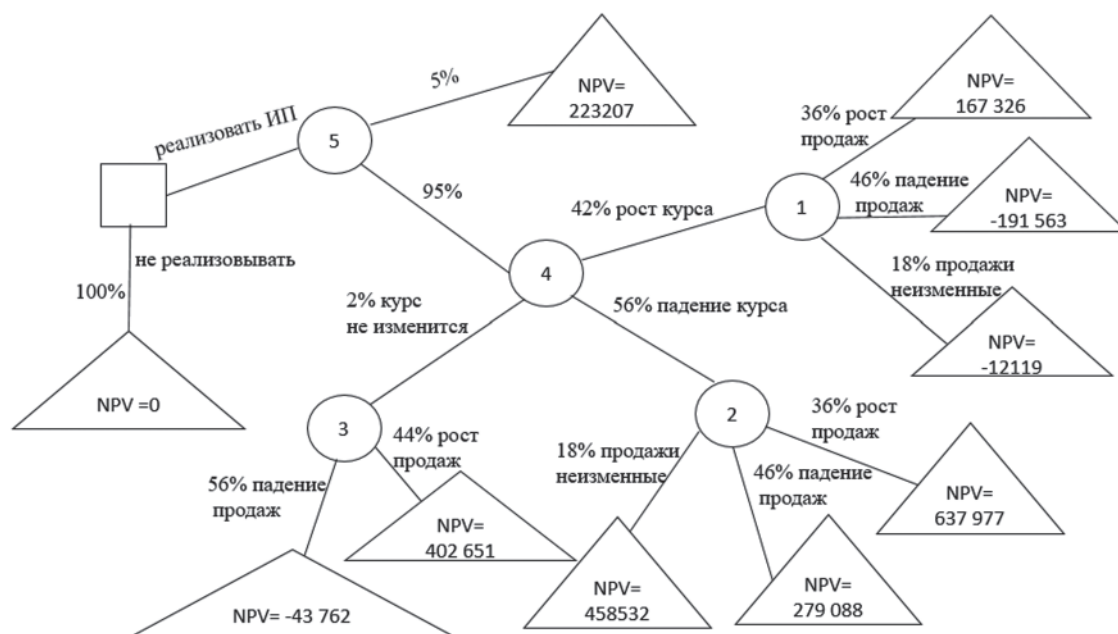


Рис. 3. Дерево решений инновационного проекта, тыс. руб.

эффективности инновационного проекта выявлено, что чистая приведенная стоимость от реализации проекта с учетом факторов риска выше, чем при реализации проекта с базовыми первоначальными условиями.

Таким образом, в статье обоснованы и апробированы теоретические и методические подходы к оценке эффективности инновационных проектов в химической промышленности.

*Библиографический список*

1. Морозов Д.И. Инвестиционный капитал как фактор инновационного развития промышленно-го предприятия / Д.И. Морозов // Транспортное дело России. 2014. №3. С. 19–22.
2. Michaël Kolk, Rick Eagar (2014) How to manage your return on investment in innovation, Corporate magazine Prism. 2014. Issue 1.
3. Rähse, W. Chemical Product Design—a New Approach in Product and Process Development, Industrial Product Design Of Solids And Liquids: A Practical Guide. 2014. ch. 1.
4. Ленчук Е.Б., Власкин Г.А. Инвестиционные аспекты инновационного роста: Мировой опыт и российские перспективы. М.: Книжный дом «Либроком», 2013. 288 с.
5. Кудрявцева Т.Ю., Схведиани А.Е., Горовой А.А. Сравнительный анализ динамики развития промышленного сектора экономики РФ в контексте перехода к новому технологическому укладу // Экономика и предпринимательство. 2017. № 12-1. С. 113–119.
6. Джамай Е.В., Родионов Д.Г. Особенности формирования экономической модели предприятия в условиях реализации концепции импортозамещения // Kant. 2018. №4. С. 263–267.
7. Кудрявцева Т.Ю., Схведиани А.Е. Анализ взаимосвязи между кластерной специализацией и валовым региональным продуктом // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. 2018. Т. 11. №5. С. 66–73.
8. Родионов Д.Г., Моттаева А.Б., Кошман А.В. Устойчивое развитие и инновационная активность хозяйствующих субъектов нефтегазового комплекса // Kant. 2019. № 1 (30). С. 325–330.
9. Gutierrez E. et al. Innovation and decision making: understanding selection and prioritization of development projects // Management of Innovation and Technology, 2008. ICMIT 2008. 4th IEEE International Conference on. IEEE, 2008. С. 333–338.
10. Афанасьева Н.В., Родионов Д.Г. Оценка эффективности деятельности инновационного предприятия // Российский экономический интернет-журнал. 2018. №4. 8 с.
11. Родионов Д.Г., Кошман А.В., Моттаева А.Б. Методический подход к оценке влияния инновационной активности хозяйствующего субъекта нефтегазового комплекса на стоимость бизнеса // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2019. №2-2. С. 319–325.
12. Брейли Р. Принципы корпоративных финансов / Р. Брейли, С. Майерс. 2-е изд. М.: Олимп-Бизнес, 2010. 977 с.
13. Ковалев В.В. Финансовый менеджмент; теория и практика. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Проспект, 2015. 1104 с.
14. Федеральная служба государственной статистики. URL: <http://www.gks.ru> (дата обращения 18.05.2017).