

Vasilyeva Elena Yurievna,  
applicant of the Graduate School of Industrial Economics,  
Peter the Great Saint Petersburg  
Polytechnic University,  
Senior Lecturer,  
Moscow State University of Civil Engineering,  
Russian Federation, Moscow,  
e-mail: elena.chibisova\_metr@mail.ru

Васильева Елена Юрьевна,  
соискатель Высшей инженерно-экономической школы,  
Санкт-Петербургский политехнический университет  
Петра Великого,  
старший преподаватель,  
Московский государственный строительный университет,  
Россия, г. Москва,  
e-mail: elena.chibisova\_metr@mail.ru

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИЙ В ИННОВАЦИИ В ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ПУТЕМ УЧЕТА ВЕРОЯТНОСТИ РИСКОВ ПРОЕКТА

### IMPROVEMENT OF THE METHODOLOGY OF INVESTMENTS EFFECTIVENESS EVALUATION INTO INNOVATIONS IN THE CHEMICAL INDUSTRY BY TAKING INTO ACCOUNT THE PROBABILITY OF PROJECT RISKS

08.00.05 — Экономика и управление народным хозяйством  
08.00.05 — Economics and management of national economy

В статье рассмотрены варианты принятия решений о целесообразности инновационного проекта, который базируется на методологически верных и современных подходах к его оценке. Данная работа является логическим продолжением ранее опубликованной статьи «Оценка эффективности инвестиций в инновации в химической промышленности», развивает положения по оценке эффективности инвестиций в инновации с помощью расчета чистой приведенной стоимости, анализа чувствительности и построения дерева решений в химической промышленности и восполняет пробел, рассматривая определение вероятности наступления событий, что является основным фактором, влияющим на результаты оценки проекта и принятия инвестиционного решения. Автором рассмотрены экспертный и статистический подходы к определению вероятности возникновения определенных событий. Для совершенствования проектного анализа предложено использование практического компьютерного метода исследования статистик вероятностных распределений бутстрэп. На примере инновационного проекта по производству химического продукта (формалина) были получены распределения вероятностей для проекта, определены средние значения изменений его целевых параметров (курса евро к рублю и объемов спроса), составлено дерево решений, проведен его обратный анализ и рассчитаны математические ожидания чистой приведенной стоимости. В результате было выявлено наличие во внешней среде экзогенных факторов, влияние которых может оказывать положительное влияние на проект. Таким образом, автором доказана гипотеза о том, что 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. Полученные результаты могут быть использованы предприятиями химической отрасли в процессе оценки и обоснования инвестиционной привлекательности инновационных проектов и принятия решений об их реализации.

The options of making decisions on the expediency of an innovative project which is based on the methodologically correct and modern approaches to its assessment are considered in the article. This work is the logical continuation of the article "Evaluation of the efficiency of investment in innovation in industry," published earlier. It develops some provisions on the efficiency of investments into innovations by the means of net present value calculation, the analysis of sensitivity and the decision tree creation in chemical industry. It considers the definition the probability of the events, which act as the main factor, affecting the results of the project assessment and the investment decision adoption. The author considers the expert and statistical approaches to the definition of the probability of some events. The use of the practical computer technique the research of the probability distributions statistics (bootstrap) is offered for improving the project analysis. The probability distributions of the innovative project of production of chemical (formalin) were received, the average values of changes in its target parameters (the Euro-Ruble exchange rate and demand volumes), the tree of decisions is created, its return analysis is carried out and the expectations of net present value are calculated. As the result it reveals the existence of exogenetic factors, which can have a positive impact on the project. Thus, the author proves the hypothesis, that the application of correct methods and criteria of evaluating the efficiency of investment in innovative products allows to evaluate various options of the project implementation, taking into account its risks, to identify the factors that have the greatest impact on the project efficiency and thus to make the best investment decision. The received results can be used by the chemical industry enterprises during the assessment and justification of the investment attractiveness of innovative projects and for making decisions on their implementation.

Ключевые слова: инновации, инновационный проекты, инвестиционные проекты, инвестиционное решение, инвестиции в инновации, инновационный продукт, принятие решений в условиях риска, экономический рост, добавленная стоимость, компьютерные методы исследования.

*Keywords: innovation, innovation projects, investment projects, investment decision, investment in innovation, innovative product, decision-making under risk, economic growth, added value, computer research methods.*

### Введение

В настоящее время вопросы инновационного развития являются объектами пристального внимания как на уровне государственного регулирования, так и на уровне отдельных предприятий. Мировая практика показывает, что устойчивое развитие производства и поддержание его конкурентоспособности в долгосрочной перспективе зависит от инноваций. Одним из методов повышения инновационной активности является финансирование инноваций.

Необходимость предварительной оценки инновационных проектов обусловлена существенным объемом средств, инвестируемых в инновации, долгосрочным характером проектов, невозможностью альтернативного использования капитала все это время, разнообразием результатов и последствий от реализации проекта, актуальностью конкурентной борьбы. Необходимо учитывать и дефицит финансовых ресурсов для реализации инновационных проектов, в силу которого следует отбирать только наиболее перспективные проекты и осуществлять в первую очередь их.

Теоретические основы управления инновационными проектами и их эффективность проанализированы и отражены в трудах многих отечественных и зарубежных ученых: Хачатурова Т. С., Бригхэма Ю., Эрхардта М., Беренса В., Хавранека П., Волкова А. Ю., Бирмана Г., Шмидта С., Бирюкова А. Н., Асаул М. А., Лившица В. Н., Воронцовского А. В., Остроуховой В. А., Макаровой В. И., Костина А. В., Антоненко В. Л., Куценко Е. А., Кувшинова М. С., Комаровой Н. С., Колесникова А. М., Родионова Д. Г., Кудрявцевой Т. Ю., Джамай Е. В., Коваленко Я. В., Квасюка А. В., Бессарабова А. М., Грачевой М. В., Ляпиной С. В., Бурмистровой И. К., Кублина И. М., Верзилина Д. Н., Кулаковой А. О., Вороны-Сливинской Л. Г., Елоховой И. В., Малининой С. Е., Киселевой В. А., Бегашева Д. А., Козловской Э. А., Радионовой Ю. В., Куликовской Н. А., Ленчука Е. Б., Власкина Г. А., Маленков Ю. А., Малинина С. Е., Масленниковой Н. П., Попова А. В., Плотнокова А. Н. и Плотнокова Д. А., Федосовой Р. Н., Шалаева И. А., Богдановой Т. С., Медведевой О. А. Однако в дополнительной разработке все еще нуждаются актуальные для химической промышленности методические положения оценки и управления эффективностью инновационных проектов с учетом отраслевых факторов риска.

**Целью** данного исследования является развитие и совершенствование подходов и методов управления эффективностью инновационных проектов в химической промышленности. **Задачи** исследования:

— рассмотреть вопрос определения вероятности наступления событий как фактора, влияющего на результаты расчета эффективности инновационного проекта при применении метода дерева решений;

— рассмотреть два основных подхода к определению вероятности возникновения определенных событий: экспертный и статистический, с точки зрения их применения к оценке инновационных проектов в химической промышленности;

— сформулировать положения по совершенствованию метода «дерево решений» при оценке вероятности рисков проекта за счет использования компьютерного метода исследования статистики вероятностных распределений событий бутстрэп;

— рассчитать основные показатели эффективности инновационного проекта предприятия, занятого в химической промышленности, с учетом факторов риска с применением методов дерева решений и бутстрэп;

— продемонстрировать, что применение метода дерева решений, усовершенствованного за счет проведения бутстрэпирования, позволяет получить более точные показатели эффективности проекта.

**Научная новизна** работы заключается в предложениях по совершенствованию метода дерева решений при оценке вероятности рисков инновационного проекта за счет использования компьютерного метода исследования статистики вероятностных распределений событий бутстрэп.

**Теоретическая значимость** работы заключается в том, что сформулированные в рамках исследования выводы дополняют методические положения об управлении проектами.

**Практическая значимость** работы состоит в том, что полученные результаты исследования могут быть использованы предприятиями при принятии решений о реализации инновационных проектов.

### Методология

Автором ранее были обоснованы и апробированы теоретические и методические подходы к оценке эффективности инновационных проектов в химической промышленности. В [1] проведена оценка эффективности инвестиций с помощью расчета чистой приведенной стоимости, анализа чувствительности и построения дерева решений в химической промышленности на примере инновационного проекта по производству формалина. Расчет основных показателей эффективности инновационного проекта осуществлялся на основе денежных потоков [2–5] 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. Решение о реализации проекта принималось на основании метода дерева решений. Однако за пределами проведенного исследования остался вопрос определения вероятности наступления событий, что является основным фактором, влияющим на результаты расчета при применении метода дерева решений [6, 7]. В данной статье, которая является продолжением исследования на тему «Оценка эффективности инвестиций в инновации в химической промышленности», представлено совершенствование метода дерева решений при оценке вероятности рисков проекта за счет использования компьютерного метода исследования статистики вероятностных распределений событий бутстрэп [8].

### Результаты исследования

Автором рассмотрены два основных подхода к определению вероятности возникновения определенных событий: экспертный и статистический. Экспертный подход используется тогда, когда данных, позволяющих количественно оценить вероятность возникновения события, мало или их невозможно получить. В этом случае проводится опрос экспертов, которые определяют вероятности возникновения событий и, если это возможно, количественную характеристику события. После этого рассчитывается консенсус-сценарий с использованием средневзвешенного среднего.

В случае, если данных, которые могут быть использованы для определения вероятности возникновения какого-либо события, много, то можно использовать статистический инструментарий. Так, для определения распределения значе-

ний какого-либо события была использована эмпирическая функция распределения. Эмпирическая функция распределения в математической статистике является приближением теоретической функции распределения, построенной с помощью выборки из нее. Эмпирическая функция распределения строится с помощью следующей формулы (1) [9]:

$$\hat{F}(x) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 1_{\{X_i \leq x\}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \theta(x - X_i), \quad (1)$$

где  $\theta(x)$  — кусочно-постоянная функция (функция Хевисайда),  $X_1, \dots, X_n$  — выборка из распределения случайной величины  $X$ , задаваемой функцией распределения  $F(x)$ . Случайная величина  $\hat{F}(x)$  называется выборочной функцией распределения случайной величины  $X$  и является аппроксимацией для функции  $F(x)$ . Таким образом, согласно усиленному закону больших чисел, при  $n \rightarrow \infty$  функция  $\hat{F}(x)$  равномерно сходится к  $F(x)$ . Также выборочная функция  $\hat{F}(x)$  будет являться несмещенной оценкой функции распределения  $F(x)$ . Как следствие, оценки основных статистических параметров распределения (к примеру, выборочное среднее и выборочная дисперсия) будут несмещенными.

Таким образом, с помощью представленных статистических инструментов можно определить вероятность, с которой возникнет некоторое событие, и характеристики распределения вероятности возникновения исследуемого

события при условии наличия достаточно большого количества статистических данных, характеризующих это событие [10]. В случае, если данных недостаточно, то есть выборка из генеральной совокупности слишком мала и не отображает ее свойств, оценки статистических параметров, как и оценки вероятности возникновения событий, будут смещенными [11]. Как следствие, для применения обсуждаемых ранее инструментов необходимо дополнить выборку. Одним из способов сделать это является бутстрэпирование.

Бутстрэп (Bootstrap) — практический компьютерный метод исследования распределения статистик вероятностных распределений, основанный на многократной генерации выборок на базе имеющейся выборки [12, 13]. Суть метода заключается в том, что с использованием имеющейся выборки можно построить эмпирическое распределение, обладающее, как уже ранее было отмечено, рядом привлекательных статистических свойств. Этот метод применяется в том случае, когда выборка слишком мала и оценки статистических параметров будут смещены относительно статистических параметров теоретической функции распределения.

На основании полученных данных строится дерево решений, структура которого содержит узлы, представляющие собой ключевые события (точки принятия решений), и ветви, соединяющие узлы, — работы по реализации проекта [14, 15]. Построение дерева решений начнем с определения возможностей предприятия: предприятие может не реализовывать проект либо реализовать проект (рис. 1).

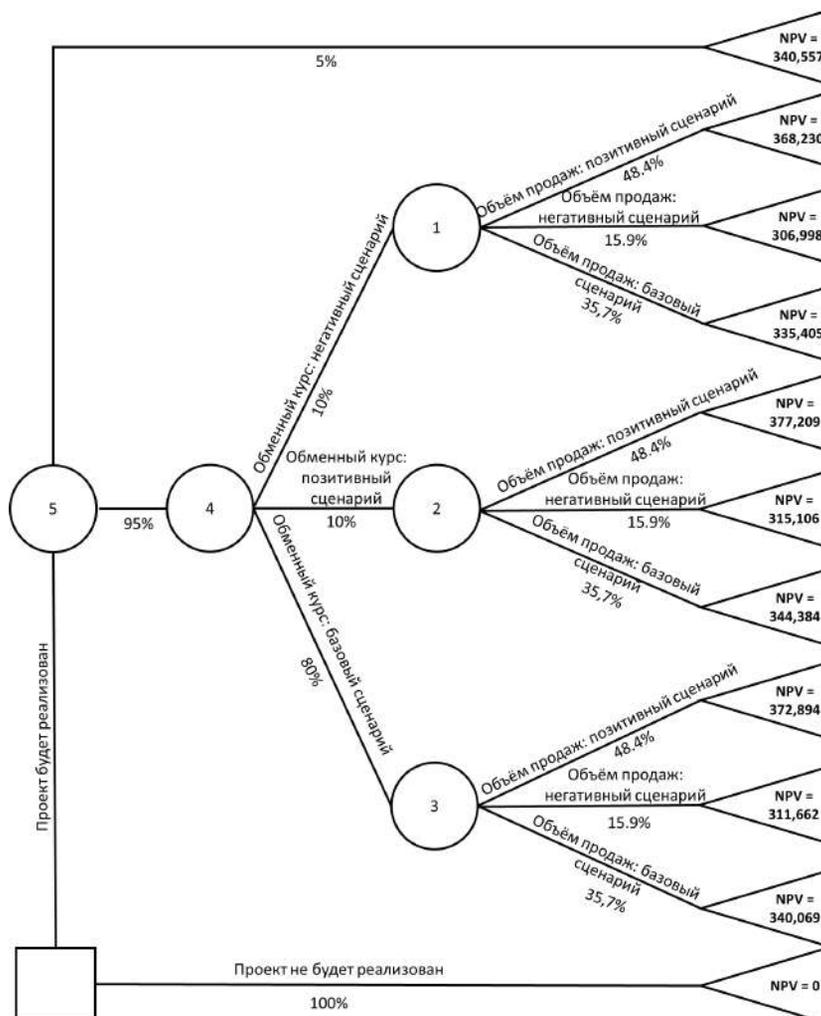


Рис. 1. Дерево решений проекта, тыс. руб.

В случае реализации проекта возможны два исхода: успешная реализация проекта — 5 % или неэффективные инвестиционные вложения — 95 % (см. узел события № 5 на рис. 1). Данные вероятности были найдены с учетом классического определения вероятности на основе общего количества наблюдений по изменению курса евро и объемов продаж и найдены как отношение желаемых исходов (курс евро и объем продаж не изменяются) к количеству «плохих» исходов (курс евро и объем продаж изменяются): 5 % — вероятность успешной реализации проекта, тогда 95 % — вероятность возникновения нежелательных событий, которые могут отрицательно повлиять на реализацию проекта.

При успешной реализации NPV проекта будет равно 340 557 тыс. руб. с вероятностью 5 %.

Возникновение нежелательных событий, которые могут отрицательно повлиять на реализацию проекта, возможно с вероятностью 95 %. Нежелательные события связаны

с тем, что: затраты на оборудование могут увеличиться вследствие роста курса евро, затраты на оборудование могут уменьшиться вследствие падения курса или останутся неизменными (см. узел события № 4 на рис. 1). Вероятности изменения курса евро, который может влиять на стоимость оборудования, рассчитываем на основании статистических данных динамики изменения курса евро к рублю.

Динамика дневных изменений курсов валют представлена на рис. 2, эмпирическая функция распределения значений изменения курса евро к рублю — на рис. 3. Наибольший период волатильности курса евро к рублю наблюдался в периоде с четвертого квартала 2014 г. по второй квартал 2016 г. В дальнейшем наблюдались отдельные скачки курса, но их значения были меньше, чем в первой половине рассматриваемого периода. Эмпирическая функция распределения показывает, что большинство значений изменений курса евро к рублю варьировалось около нуля.

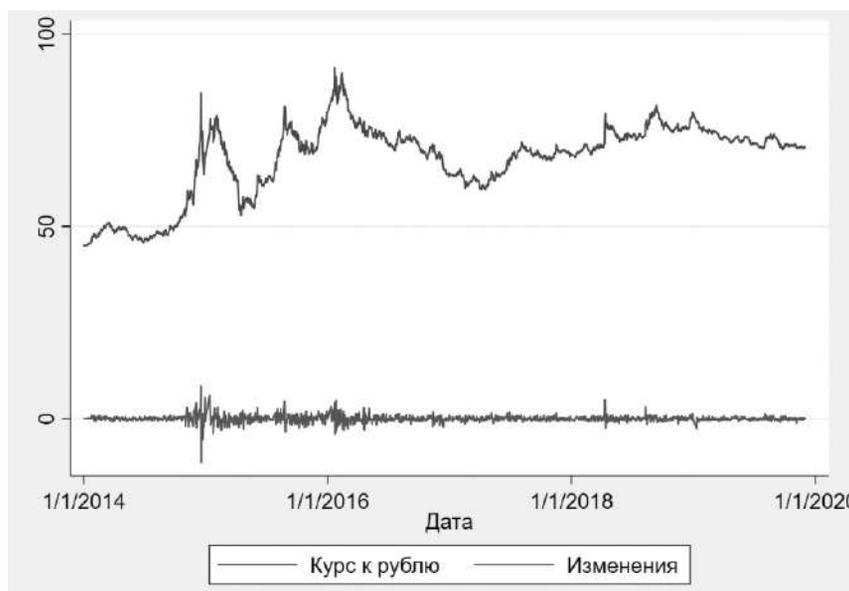


Рис. 2. Динамика изменения курса евро к рублю в период с 01.01.2014 по 30.11.2019

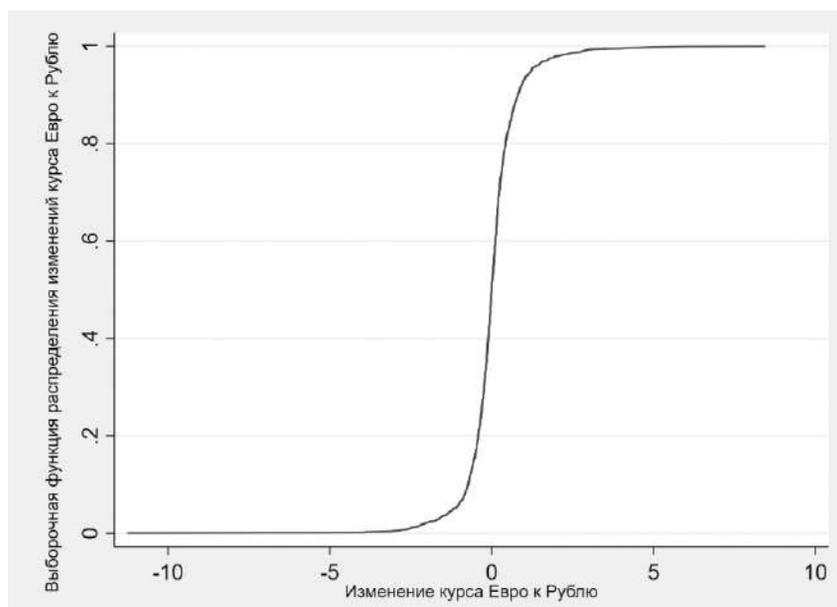


Рис. 3. Эмпирическая функция распределения значений изменения курса евро к рублю в период с 01.01.2014 по 30.11.2019

Проведем более детальный анализ динамики изменения курса евро к рублю. Для этого на основании статистики курса евро по дням с 01.01.2014 по 30.11.2019 [16], то есть 1463 наблюдений, проанализируем первый и десятый дециль распределения наблюдений.

Вероятность изменения роста курса евро по отношению к рублю более чем на 0,804 руб. составляет 10 % (нижняя граница 91-го персентили рассматриваемых значений изменений курса евро к рублю). В верхние 10 % наблюдений входят самые большие значения изменения курса евро к рублю за период с 01.01.2014 по 30.11.2019

(см. рис. 4). Среднее значение изменения курса евро к рублю в 10-м дециле составляет 1,629 руб., тогда как медианное — 1,231 руб.

Вероятность изменения роста курса евро по отношению к рублю более чем на –1,179 составляет 10 % (нижняя граница 10-го персентили рассматриваемых значений изменений курса евро к рублю). В нижние 10 % наблюдений входят самые большие значения изменения курса евро к рублю за период с 01.01.2014 по 30.11.2019 (см. рис. 4). Среднее значение изменения курса евро к рублю в 1-м дециле составляет –1,494 руб., тогда как медианное –1,179 руб.

| Дециль | Количество наблюдений | Среднее значение | Медианное значение | Минимальное значение | Максимально значение | Размах |
|--------|-----------------------|------------------|--------------------|----------------------|----------------------|--------|
| 1      | 147                   | -1.494           | -1.179             | -11.248              | -0.731               | 10.517 |
| 2      | 146                   | -0.556           | -0.555             | -0.728               | -0.420               | 0.308  |
| 3      | 146                   | -0.318           | -0.315             | -0.420               | -0.238               | 0.182  |
| 4      | 147                   | -0.167           | -0.164             | -0.234               | -0.103               | 0.132  |
| 5      | 146                   | -0.051           | -0.049             | -0.102               | 0.001                | 0.103  |
| 6      | 146                   | 0.057            | 0.056              | 0.001                | 0.116                | 0.115  |
| 7      | 147                   | 0.169            | 0.170              | 0.116                | 0.230                | 0.113  |
| 8      | 146                   | 0.321            | 0.320              | 0.230                | 0.429                | 0.199  |
| 9      | 146                   | 0.599            | 0.607              | 0.429                | 0.803                | 0.374  |
| 10     | 146                   | 1.629            | 1.231              | 0.804                | 8.437                | 7.633  |
| Всего  | 1463                  | 0.018            | 0.001              | -11.248              | 8.437                | 19.685 |

Рис. 4. Распределение изменений курса евро к рублю в период с 01.01.2014 по 30.11.2019 по десятипроцентным группам

Таким образом, взяв за приемлемый валютный коридор интервал изменения курса валют от –0,731 до 0,804, включающий в себя 80 % всех изменений курса евро к рублю, определим его в качестве базового сценария, в котором среднее значение изменения курса евро к рублю будет равняться 0,0068 (рассчитано по 1170 наблюдениям). Для позитивного сценария используем интервал изменения курса евро к рублю от –11,248 до –0,731 руб., что может произойти с 10%-й вероятностью. В качестве величины изменения курса возьмем среднее значение, равное –1,494 руб. (рассчитано по 147 наблюдениям). Для негативного сценария возьмем интервал изменения курса евро к рублю от 0,804 до 8,437 руб., что может произойти с 10%-й вероятностью. В качестве величины прироста курса возьмем среднее значение, равное 1,629 руб. (рассчитано для 160 наблюдений).

Для определения вероятностей изменения доходов от продаж в случае реализации проекта используем статистику цепных индексов продаж за последние 11 лет в регионах, в которые предприятие осуществляет поставки продукции по проекту [17].

Для расчета вероятности изменения объемов продаж по проекту используем метод бутстрэп. Данный компьютерный метод исследования распределения статистик вероятностных распределений основан на многократной генерации выборок методом Монте-Карло на базе имеющихся данных. Было проведено 1000 симуляций, в рамках каждой из которых тысячу раз случайным образом из исходных данных взяты 11 значений прироста. Далее рассчитаны средние значения прироста для каждого случая из тысячи. Как следствие, мы получили вероятностное распределение средних значений изменения объемов продаж для 1000 ситуаций. В результате применения метода бутстрэп можно

отметить, что распределение средних значений изменения объемов продаж стало ближе к нормальному. Кроме того, изменились интервалы и доли распределения средних, что позволяет оценивать риски более корректно.

Среднее значение изменения объема продаж равняется 0,823 %, а 55,1 % наблюдений имеют положительное значение. Также необходимо обратить внимание на минимальное значение прироста продаж, равное –14,273 %, и максимальное значение, равное 18,909 %. Эти данные свидетельствуют о том, что в целом экзогенные шоки оказывали больше положительное, чем негативное влияние на деятельность компании. Это может говорить о том, что во внешней среде проекта существуют не реализованные возможности в виде латентного спроса [18].

Проведем более детальный анализ динамики изменений объемов продаж, полученных в результате применения бутстрэп, разбив их на три части: прирост более чем на 1 %, падение более чем на 1 % и изменение объемов продаж от –1 до 1 % включительно. Данные интервалы являются базой для расчета позитивного, негативного и базового сценариев соответственно. Так, среднее значение прироста объемов продаж для базового сценария (вероятность реализации 48,4 %) составит 5,046 %, для негативного сценария (вероятность реализации 35,7 %) падение продаж составит 4,503 %, а для базового сценария (вероятность реализации 35,7 %) среднее изменение объемов продаж отрицательное и составит –0,073 % (рис. 5).

Получив распределения вероятностей и определив средние значения изменений целевых параметров — курса евро к рублю и объемов спроса, составим дерево решений (см. рис. 1) и проведем его обратный анализ: справа налево в «кружках» рассчитываются математические ожидания чистой приведенной стоимости (NPV) [19, 20].

| Доля в выборке, % | Количество наблюдений | Среднее значение | Медианное значение | Минимальное значение | Максимальное значение | Размах |
|-------------------|-----------------------|------------------|--------------------|----------------------|-----------------------|--------|
| 35.7              | 357                   | -4.503           | -3.546             | -14.272              | -1.091                | 13.182 |
| 15.9              | 159                   | -0.073           | 0                  | -1                   | 1                     | 2      |
| 48.4              | 484                   | 5.046            | 4.091              | 1.091                | 18.909                | 17.818 |
| Всего             | 1000                  | 0.823            | 0.727              | -14.273              | 18.909                | 33.182 |

Рис. 5. Распределение изменений объемов продаж, %, полученное в результате применения бутстрэп, по десятипроцентным группам

В результате построения дерева решений проекта выявлено, что NPV в результате реализации проекта с измененными первоначальными условиями, такими как изменение стоимости оборудования или изменение объема продаж, равняется 346,888.8 и выше (см. рис. 1), чем NPV при реализации проекта в идеальных условиях, величина которого равна 340,557. Это может говорить о наличии во внешней среде экзогенных факторов, влияние которых может оказывать положительное влияние на проект.

### Выводы и заключение

Применение статистических методов обработки информации позволило определить достоверные вероятности возникновения событий, которые могут повлиять на реализацию инновационного проекта. В результате,

выявлено, что анализируемый проект в условиях риска и неопределенности является эффективным для вложений и позволит предприятию сохранить и улучшить результаты его деятельности.

Таким образом, подтверждается целесообразность внедрения и использования инноваций, что, в свою очередь, позволяет не только улучшать качество продукции, расширять ассортимент и автоматизировать процесс производства, но и приводит к повышению эффективности деятельности предприятия химической промышленности. С точки зрения национальной экономики реализация подобных инновационных проектов на предприятиях химической промышленности России позволит достичь показателей, запланированных в «Стратегии развития химического и нефтехимического комплекса на период до 2030 года».

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Васильева Е. Ю., Кудрявцева Т. Ю., Овсянко Д. В. Оценка эффективности инвестиций в инновации в химической промышленности // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2019. № 9-1. С. 13—18. URL: <https://www.vael.ru/ru/article/view?id=693>.
2. Васильева Е. Ю. Комплексный подход к оценке привлекательности инновационного проекта // Экономика и предпринимательство. 2019. № 11. С. 689—703.
3. Балычева Ю. Е., Панин Б. А. Особенности структуры инновационного процесса российских промышленных предприятий // Креативная экономика. 2014. № 9. С. 31—42.
4. Ковалев В. В. Финансовый менеджмент: теория и практика. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Проспект, 2015. 1104 с.
5. Брейли Р., Майерс С. Принципы корпоративных финансов. 2-е изд. М.: Олимп-Бизнес, 2016. 1008 с.
6. Mohamed E. A general analytical solution for the occurrence probability of a sequence of ordered events following Poisson stochastic processes // RT&A. 2011. No. 2(21). Pp. 22—32.
7. Chand S. Uncertainty, Risk and Probability Analysis in Economic Activity // Managerial Economics. URL: <http://www.yourarticlelibrary.com/managerial-economics/uncertainty-risk-and-probability-analysis-in-economic-activity-managerial-economics/28362>.
8. Васильева Е. Ю. Управление эффективностью инновационного проекта в условиях риска // Экономика и предпринимательство. 2019. № 12. С. 628—634.
9. Bandyopadhyay A., Debnath A. Exposure to Probability and Distribution Theory. Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2017. 101 p.
10. Silverman B. W. Density estimation for statistics and data analysis. New York: Routledge, 2018. 176 p.
11. Cornwall J. R., Vang D. O., Hartman J. M. Entrepreneurial Financial Management. An Applied Approach. New York: Routledge, 2019. 346 p.
12. Зыонг В. Т. Т. Использование метода Бутстрэпа для определения удорожания стоимости инвестиционных проектов // Известия Тульского государственного университета. Экономические и юридические науки. 2016. № 4-1. С. 91—99.
13. Тимофеев Ю. С. Сравнение бутстрэп и аналитических оценок погрешностей параметров фонового распределения жителей Уральского региона // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Математика. Механика. Физика. 2015. Т. 7. № 1. С. 28—31.
14. Афиногенова И. Н., Мешкова Т. Р., Сармина Д. Л. Сетевая модель типа «дерево» // Территория науки. 2014. № 5. С. 84—88.
15. Вотякова Л. Р., Нурумбетова Л. Р. Применение дерева принятия решений в экономических задачах // Тенденции развития науки и образования. 2019. № 49-8. С. 29—32.
16. Официальные курсы валют // Центральный банк РФ. Официальный сайт. URL: <https://cbr.ru/search/?text=%D0%BA%D1%83%D1%80%D1%81%D1%8B+%D0%B5%D0%B2%D1%80%D0%BE&category=Any&time=Custom&dateFrom=01.2014&dateTo=11.2019>.
17. Nikolova L. V., Rodionov D. G., Malinin A. M., Velikova M. D. Performance management of innovation program at an industrial enterprise: an optimisation model // Proceedings of the 30th International Business Information Management Association Conference, IBIMA 2017 — Vision 2020: Sustainable Economic development, Innovation Management, and Global Growth. 2017. Pp. 1033—1040.

18. Tanwar M. Certainty, Risk and Uncertainty in Investment Decision. URL: <http://www.yourarticlelibrary.com/accounting/investment-decision/certainty-risk-and-uncertainty-in-investment-decision/71790>.
19. Pritchard C. L. *Project Management Drill Book. A Self-Study Guide*. New York : ESI International, 2018. 210 p.
20. Pinder J. P. *Introduction to Business Analytics using Simulation*. Academic Press, 2016. 448 p.

## REFERENCES

1. Vasileva E. Yu., Kudryavtseva T. Yu., Ovsyanko D. V. Evaluation of the effectiveness of investment in innovation in industry. *Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law*, 2019, no. 9-1, pp. 13—18. (In Russ.) URL: <https://www.vaael.ru/ru/article/view?id=693>.
2. Vasilyeva E. Yu. Comprehensive approach to the assessment of the innovative project attractiveness. *Journal of Economy and Entrepreneurship*, 2019, no. 11, pp. 689—703. (In Russ.)
3. Balycheva Y. Ye., Panin B. A. Peculiarities of the structure of the innovation process of Russian industrial enterprises. *Creative economics*, 2014, no. 9, pp. 31—42. (In Russ.)
4. Kovalev V. V. *Financial management: theory and practice*. 3rd ed. Moscow, Prospect Publ. 2015. 1104 p. (In Russ.)
5. Brayley R., Myers S. *Principles of Corporate Finance*. 2nd edition. Moscow, Olymp-Business Publ., 2016. 1008 p. (In Russ.)
6. Mohamed E. A general analytical solution for the occurrence probability of a sequence of ordered events following Poisson stochastic processes. *RT&A*, 2011, no. 2(21), pp. 22—32.
7. Chand S. Uncertainty, Risk and Probability Analysis in Economic Activity. *Managerial Economics*. URL: <http://www.yourarticlelibrary.com/managerial-economics/uncertainty-risk-and-probability-analysis-in-economic-activity-managerial-economics/28362>.
8. Vasilyeva E. Yu. Management of the innovative project efficiency in the conditions of risk. *Journal of Economy and Entrepreneurship*, 2019, no. 12, pp. 628—634. (In Russ.)
9. Bandyopadhyay A., Debnath A. *Exposure to Probability and Distribution Theory*. Saarbrücken, Lambert Academic Publishing. 2017. 101 p.
10. Silverman B. W. *Density estimation for statistics and data analysis*. New York, Routledge. 2018. 176 p.
11. Cornwall J. R., Vang D. O., Hartman J. M. *Entrepreneurial Financial Management. An Applied Approach*. New York, Routledge, 2019. 346 p.
12. Duong V. T. T. Using bootstrap method for determination of the rising cost of investment projects. *News of the Tula state university. Economic and legal sciences*, 2016, no. 4-1, pp. 91—99. (In Russ.)
13. Timofeev Yu. S. Comparison of bootstrap and analytical errors of estimated parameters of background distribution of the population of the Ural region. *Bulletin of the South Ural State University. Series Mathematics. Mechanics. Physics*, 2015, vol. 7, no. 1, pp. 28—31. (In Russ.)
14. Afinogenova I. N., Meshkova T. R., Sarmina D. L. Network model of the “tree,, type. *Territory of science*, 2014, no. 5, pp. 84—88. (In Russ.)
15. Votyakova L. R., Nurumbetova L. R. Application of the decision tree in economic issues. *Trends in the science and education development*, 2019, no. 49-8, pp. 29—32. (In Russ.)
16. Official exchange rates. Central Bank of the Russian Federation. Official site. (In Russ.) URL: <https://cbr.ru/search/?text=%D0%BA%D1%83%D1%80%D1%81%D1%8B+%D0%B5%D0%B2%D1%80%D0%BE&category=Any&time=Custom&dateFrom=01.2014&dateTo=11.2019>.
17. Nikolova L. V., Rodionov D. G., Malinin A. M., Velikova M. D. Performance management of innovation program at an industrial enterprise: an optimisation model. *Proceedings of the 30th Int. Business Information Management Association Conference, IBIMA 2017 — Vision 2020: Sustainable Economic development, Innovation Management, and Global Growth*. 2017. Pp. 1033—1040.
18. Tanwar M. Certainty, Risk and Uncertainty in Investment Decision. URL: <http://www.yourarticlelibrary.com/accounting/investment-decision/certainty-risk-and-uncertainty-in-investment-decision/71790>.
19. Pritchard C. L. *Project Management Drill Book. A Self-Study Guide*. New York, ESI International. 2018. 210 p.
20. Pinder J. P. *Introduction to Business Analytics using Simulation*. Academic Press. 2016. 448 p.

**Как цитировать статью:** Васильева Е. Ю. Совершенствование методики оценки эффективности инвестиций в инновации в химической промышленности путем учета вероятности рисков проекта // Бизнес. Образование. Право. 2020. № 2 (51). С. 214—220. DOI: 10.25683/VOLBI.2020.51.255.

**For citation:** Vasilyeva E. Yu. Improvement of the methodology of investments effectiveness evaluation into innovations in the chemical industry by taking into account the probability of project risks. *Business. Education. Law*, 2020, no. 2, pp. 214—220. DOI: 10.25683/VOLBI.2020.51.255.