

**ЧАСТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИНСТИТУТ СОЦИАЛЬНЫХ И ГУМАНИТАРНЫХ ЗНАНИЙ»
(ЧОУ ВО «ИСГЗ»)**



УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ

**ИНСТИТУТА СОЦИАЛЬНЫХ
И ГУМАНИТАРНЫХ ЗНАНИЙ**

Выпуск №2(16), 2018



2018

УДК 08(05)
ББК 72я5

УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ ИНСТИТУТА СОЦИАЛЬНЫХ И ГУМАНИТАРНЫХ ЗНАНИЙ

№2(16), 2018

Научно-практическое издание

Учредитель:

Институт социальных и гуманитарных знаний

*Печатается по решению Редакционно-издательского совета
Института социальных и гуманитарных знаний*

Редакционный совет

Чирко Е.П. — кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий отделом науки ИСГЗ, главный редактор

Валеева А.Ф. — доктор социологических наук, доцент, кафедра романской филологии КФУ

Валиева А.Р. — кандидат юридических наук, руководитель юридического отделения факультета управления, экономики и права ИСГЗ

Гатауллин А.Г. — доктор юридических наук, профессор, кафедра конституционного и административного права КФУ

Димитриева Н.Т. — кандидат юридических наук, доцент, зав. кафедрой международного и европейского права, первый проректор ИСГЗ

Зуев В.И. — кандидат физико-математических наук, начальник управления информатизации и обеспечения электронного обучения ИСГЗ

Илларионов М.Г. — кандидат экономических наук, доцент, заведующий отделом аспирантуры и магистратуры ИСГЗ

Каюмова Д.Ф. — доктор филологических наук, профессор, зав. кафедрой перевода и теоретической лингвистики ИСГЗ

Култан Я. — Dr. Ing., PhD, Экономический университет в Братиславе (Словакия)

Минзарипов Р.Г. — доктор социологических наук, профессор, зав. кафедрой социологии, первый проректор КФУ

Романчук Е.С. — кандидат педагогических наук, декан факультета управления, экономики и права ИСГЗ

Сафин Ф.М. — доктор экономических наук, профессор, зав. кафедрой экономики и предпринимательства ИСГЗ

Терехова Т.А. — кандидат экономических наук, доцент, заведующая кафедрой бухгалтерского учета и финансов ИСГЗ

Александрова М.Н. — технический редактор

В выпуске представлены статьи по экономике и развитию бизнеса, управлению предприятием и обеспечению его информационной безопасности, юриспруденции, социологии и философии, лингвистике и туризму. Также рассматриваются вопросы применения интернет- и мультимедийных технологий в образовании.

Материалы предназначены для студентов, аспирантов, преподавателей, научных работников, — специалистов в данных областях.

Корректор Шамонова А.М.
Компьютерная вёрстка
Издательства «Юниверсум».

Адрес редакции и издательства:
Издательство «Юниверсум».
420111, г. Казань, ул. Профсоюзная, 13/16.
тел./факс: (843) 236-88-23
e-mail: isgz@mail.ru
www.isgz.ru

Отпечатано с готового оригинал-макета
в типографии Казанского университета
420008, г. Казань, ул. Профессора Нужина, 1/37.
тел.: (843) 233-73-59, 292-65-60

Подписано в печать 13.12.2018. Формат 60x90^{1/16}.
Бумага офсетная. Гарнитура Times. Печать ризо.
Усл. печ. л. 12,7. Уч.-изд. л. 8,12. Тираж 300 экз.
Заказ № 83/1. Цена договорная.

Свидетельство о регистрации средства массовой информации в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)
ПИ № ФС77-43022 от 15 декабря 2010 года.

© Коллектив авторов, 2018
© ЧОУ ВО «ИСГЗ», 2018

УДК 336:658.012.4 + 004

**РАЗРАБОТКА
ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЧИСТОГО
ДИСКОНТИРОВАННОГО ДОХОДА
И РАСЧЕТА РИСКОВ
ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТА**

Зулкорнеева П.Р.¹, Тазиева Р.Ф.²

*Казанский национальный исследовательский технологический университет
Казань, Россия*

¹ zulkorneeva.96@mail.ru

² Ram89_89@mail.ru

Кривоногова А.Е.

*Казанский государственный энергетический университет
Казань, Россия*

***Аннотация:** Разработано программное обеспечение для имитационного моделирования чистого дисконтированного дохода и расчета рисков инвестиционного проекта на основе законов распределения Гаусса, Шарлье и метода Монте-Карло.*

***Ключевые слова:** чистый дисконтированный доход, риск инвестиционного проекта, имитационное моделирование, распределение Гаусса, распределение Шарлье, метод Монте-Карло, программное обеспечение.*

DEVELOPMENT OF SOFTWARE FOR NET PRESENT VALUE MODELING AND INVESTMENT PROJECT RISKS CALCULATION

Zulkorneeva P.R.¹, Tazieva R.F.²

*Kazan National Research Technological University
Kazan, Russia*

¹ zulkorneeva.96@mail.ru

² Ram89_89@mail.ru

Krivosnogova A.E.

*Kazan State Power Engineering University
Kazan, Russia*

***Abstract:** The software for net present value simulation and the risks of an investment project calculation based on Gauss, and Charlier distributions and the Monte-Carlo method was developed.*

***Keywords:** net present value, investment project risk, simulation modeling, Gauss distribution, Charlier distribution, Monte-Carlo method, software.*

Введение

Задача оценки рисков в бизнес-процессах экономической деятельности является чрезвычайно важной, поскольку руководитель любого уровня постоянно сталкивается с необходимостью принимать решения в ситуациях, сопряженных с риском. Одним из способов оценки риска инвестиционного проекта является имитационное стохастическое моделирование, которое может предельно приблизить модель к реальным условиям.

В работах [1, 2] авторами предложена методика расчета риска инвестиционного проекта на основе метода Монте-Карло, законов распределения Гаусса и Шарлье. В качестве исходных данных для расчета риска выступают значения чистого дисконтированного дохода NPV, который представляет собой разницу между текущей стоимостью притока денежных средств и текущей стоимостью оттока денежных средств, в течение определенного периода времени и вычисляется по формуле (1) (см. ниже).

$$NPV = \sum_{i=1}^n \frac{[Q(P-V) - F - A] \times (1-T) + A}{(1+r)^i} + \frac{S}{(1+r)^n} - I_0 \quad (1)$$

Здесь P — цена, Q — объём выпуска, V — условно-переменные расходы на единицу продукции, I_0 — инвестиции, r — ставка дисконтирования, n — срок реализации проекта, F — условно-постоянные затраты, A — амортизация, T — ставка налога на прибыль, S — остаточная стоимость; под символом суммы в числителе формулы (1) стоят чистые платежи, представляющие собой аннуитет.

Показатель NPV используется в бюджетировании капитала для анализа рентабельности прогнозируемых инвестиций или проекта, поэтому целью данной статьи является рассмотрение вопросов разработки программного обеспечения для имитационного моделирования чистого дисконтированного дохода по законам распределения Гаусса и Шарлье и расчета рисков инвестиционного проекта на основе полученных результатов моделирования.

Описание программного обеспечения

В качестве среды разработки программного обеспечения для моделирования чистого дисконтированного дохода и расчета рисков инвестиционного проекта выбрана IDE Visual Studio Community 2017, язык программирования C#. Разработанный программный продукт представляет собой приложение с графическим интерфейсом, разработанным на основе технологии Windows Forms. Для проверки гипотез о нормальном распределении и законе распределения Шарлье по критерию χ^2 Пирсона, для расчета статистических характеристик, оценок асимметрии и эксцесса подключена библиотека MathNet.Numerics.Distributions.

На рис. 1 (см. ниже) показана функциональная диаграмма программного обеспечения. Главная форма содержит семь вкладок: исходные данные; цена; объем; стоимость; одна реализация NPV; несколько реализаций NPV; риски.

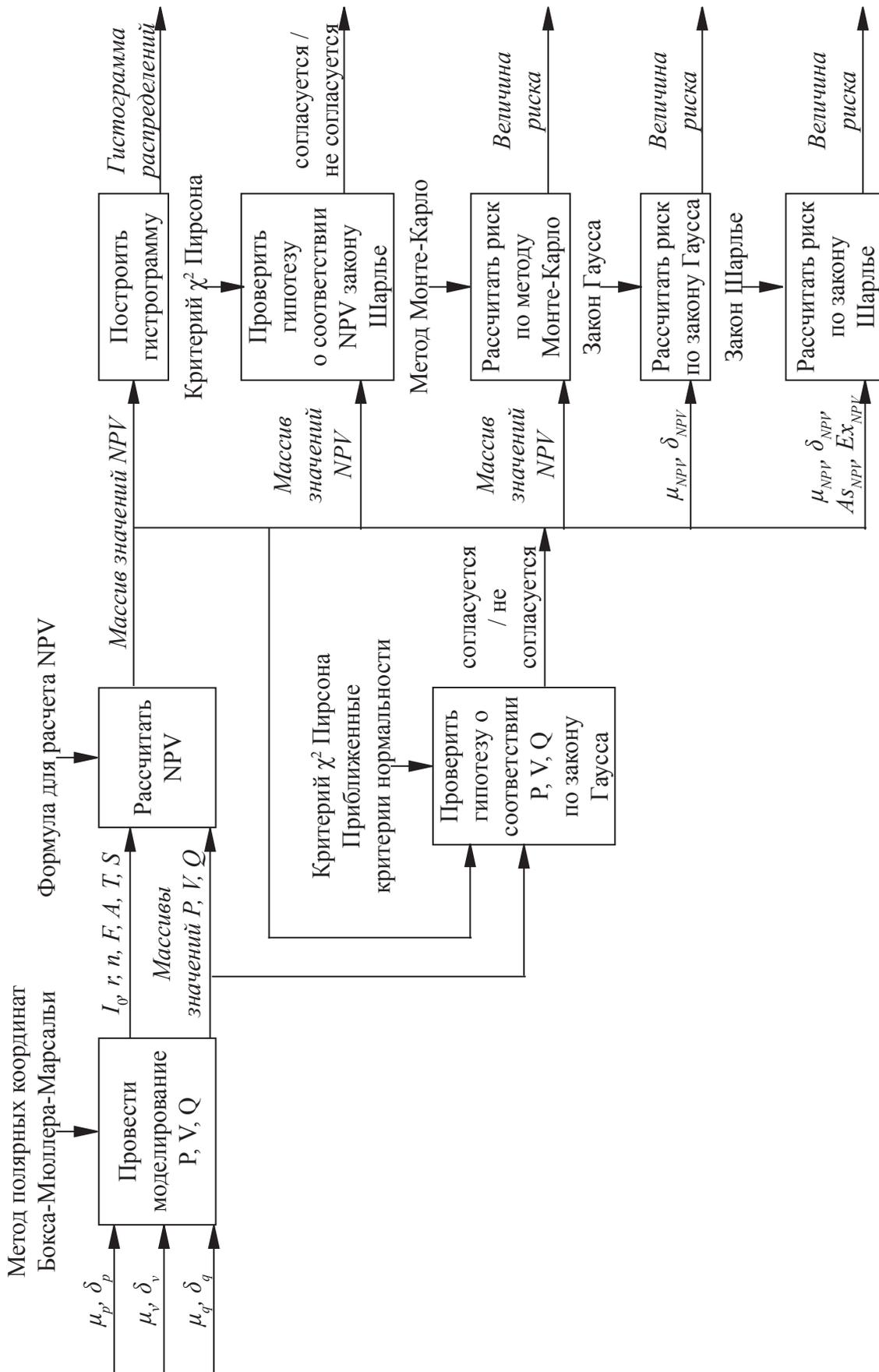


Рис. 1. Функциональная диаграмма

На вкладке «Исходные данные» задаются значения входных параметров для моделирования чистого дисконтированного дохода (рис. 2). Принято, что параметры (I_0 — инвестиции, r — ставка дисконтирования, n — срок реализации проекта, F — условно-постоянные затраты, A — амортизация, T — ставка налога на прибыль, S — остаточная стоимость) являются постоянными величинами; в то время как P — цена, Q — объём выпуска, V — условно-переменные расходы на единицу продукции являются случайными величинами, распределенными по нормальному закону распределения.

Исходные данные	Цена	Объем	Стоимость	Одна реализация NPV	Несколько реализаций NPV	Риск
Ставка дисконтирования				0,125		
Условно-постоянные затраты			4600			
Амортизация			3000			
Ставка налога на прибыль			0,2			
Остаточная стоимость			0			
Объем инвестиций			110000			
Срок реализации проекта			5			
Количество значений в одной реализации			10000			
Рассчитать						
		P	V	Q		
Среднее значение		3100	2600	100		
Среднеквадратическое отклонение		20	20	4,7		

Рис. 2. Исходные данные

Для моделирования P , V , Q применяли метод полярных координат Бокса-Мюллера-Марсальи, который заключается в генерировании равномерно распределенных случайных величин (u , v) в интервале $[-1, 1]$ до тех пор, пока $s = u^2 + v^2$ и $0 < s < 1$. Затем

возвращается требуемая пара обычных случайных величин, которые рассчитывают по формулам (2):

$$\begin{aligned} u \cdot \sqrt{\frac{-2 \ln s}{s}} \\ v \cdot \sqrt{\frac{-2 \ln s}{s}} \end{aligned} \quad (2)$$

Для получения нормально распределенной случайной величины с определенными значениями математического ожидания и среднеквадратического отклонения $N(\mu, \sigma)$ применяли формулу (3):

$$X = \left(\sqrt{-2 \cdot \ln s / s} \cdot u \right) \cdot \sigma + \mu \quad (3).$$

Результаты моделирования программа выводит на соответствующие идентичные вкладки «Цена», «Объем», «Стоимость» (см. рис. 3 ниже).

Чтобы удостовериться в правильности работы генератора случайных нормально распределенных чисел, который был заложен в основу моделирования параметров P , V , Q , применяли критерий χ^2 Пирсона, приближенные критерии нормальности на основе расчета асимметрии, эксцесса и их среднеквадратических ошибок. Проверка гипотезы о соответствии случайных величин P , V и Q нормальному закону распределения по всем указанным выше критериям показала верность данного утверждения, что также наглядно подтверждается построенной гистограммой (см. рис. 3 ниже).

На основе исходных данных и результатов моделирования величин P , V и Q рассчитываются значения чистого дисконтированного дохода (1). Результаты вычисления NPV программа выводит на вкладки «Одна реализация NPV » и «Несколько реализаций NPV » в зависимости от заданного в программе режима расчета.

Практически во всех финансовых расчётах и работах экономистов чистый дисконтированный доход считался распределённым по нормальному закону.

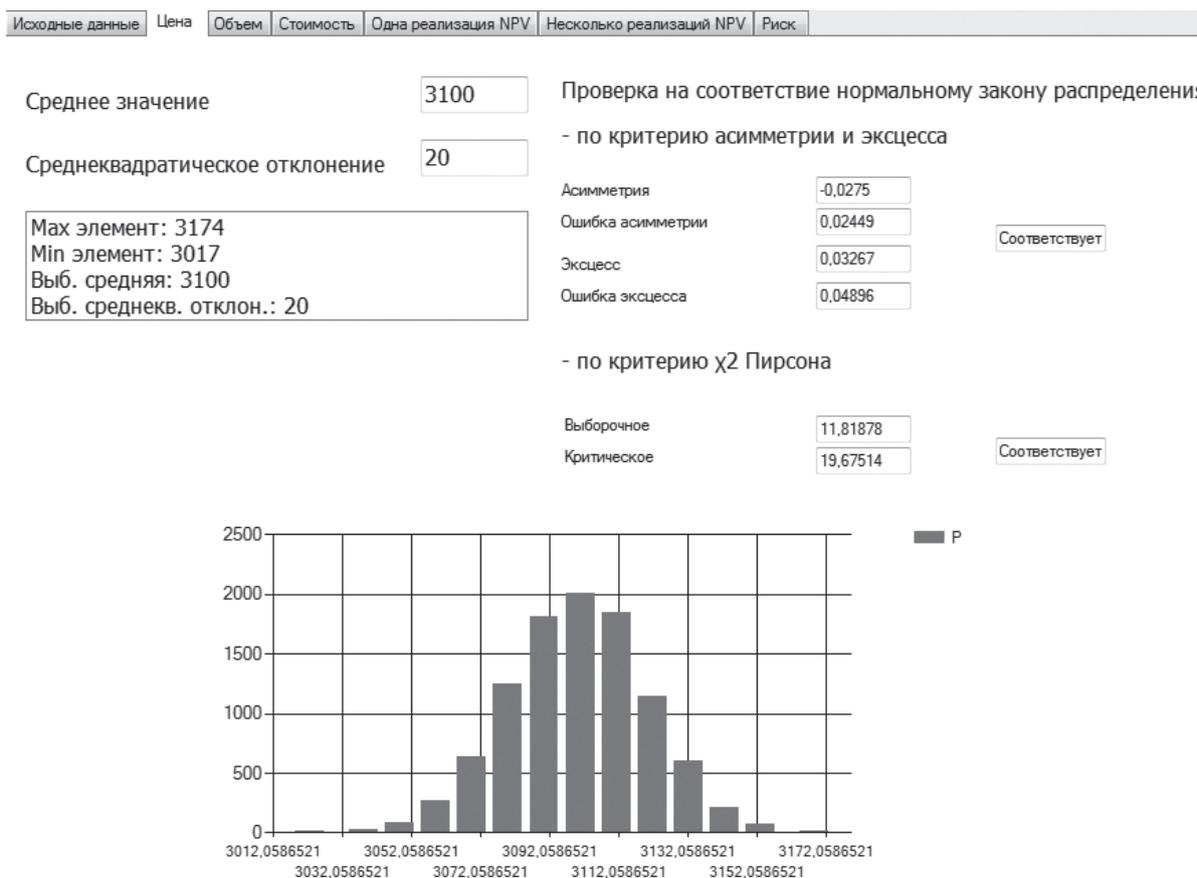


Рис. 3. Моделирование показателя P (цена)

Нормальное (или Гаусса) распределение является общепринятым непрерывным распределением вероятностей. Оно описывается функцией плотности вероятности, совпадающей с функцией Гаусса:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}, \tag{4}$$

где μ — математическое ожидание (среднее значение),
 σ — среднеквадратическое отклонение,
 σ^2 — дисперсия.

В работах [1, 2] была проведена проверка обоснованности такого подхода. Показано, что альтернативой нормальному закону распределения среди множества непрерывных вероятностных распределений является распределение Шарлье [3], как наиболее адекватное распределение вероятностей для чистого дисконтиро-

ванного дохода NPV . Этот выбор был обусловлен следующими причинами: во-первых, распределение Шарлье используется на практике для сглаживания эмпирических распределений с умеренными значениями асимметрии и эксцесса (как показывает практика, именно такие асимметрия и эксцесс наблюдаются у эмпирического распределения NPV); во-вторых, распределение Шарлье является четырехпараметрическим распределением вероятностей, где в качестве параметров выступают: математическое ожидание (среднее значение) μ ; стандартное (среднеквадратическое) отклонение σ ; коэффициент асимметрии As и коэффициент эксцесса Ex . Статистические (выборочные) оценки этих четырех параметров довольно просто могут быть рассчитаны по эмпирическому распределению NPV (методом моментов или методом максимального правдоподобия). По этой причине распределение Шарлье может быть выбрано в качестве закона распределения любого инвестиционного проекта.

Плотность распределения случайной величины, распределенной по закону Шарлье, описывается формулой:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{\frac{t^2}{2}} \left(1 - \frac{As}{6}(3t - t^3) + \frac{Ex}{24}(t^4 - 6t^2 + 3) \right),$$

$$t = \frac{x - \mu}{\sigma}, \quad -\infty < x < \infty \quad (5)$$

где μ — параметр положения, математическое ожидание (среднее значение),

σ — параметр масштаба, стандартное отклонение,

As — параметр формы, асимметрия,

Ex — параметр формы, эксцесс случайной величины X .

Функция распределения Шарлье включает в себя функцию Лапласа $\Phi_0(x)$ и функцию плотности вероятности стандартного нормального распределения $\varphi(x)$.

$$F(x) = \Phi(t) - \varphi(t) \left(\frac{As}{6}(t^2 - 1) + \frac{Ex}{24}(t^3 - 3t) \right), \quad (6)$$

$$\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot \int_{-\infty}^x e^{-\frac{z^2}{2}} \cdot dz,$$

$$\varphi(x) = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot \pi}} \cdot e^{-\frac{x^2}{2}}, t = \frac{x - \mu}{\sigma}, -\infty < x < \infty$$

где (7)

Исследования чистого дисконтированного дохода, проведенные в работах [1, 2] привели к выводу, что при существенных, но не больших значениях среднеквадратического отклонения значений P, V, Q , распределение чистого дисконтированного дохода подчиняется с большей вероятностью закону распределения Шарлье, который является частным случаем нормального распределения.

На вкладке «Одна реализация NPV» (рис. 4) показаны значения расчета данного показателя для одной реализации, содержащей 10 000 значений; гистограмма распределения NPV, его статистические характеристики и результаты проверки по критерию χ^2 Пирсона на соответствие законам распределения Гаусса и Шарлье.

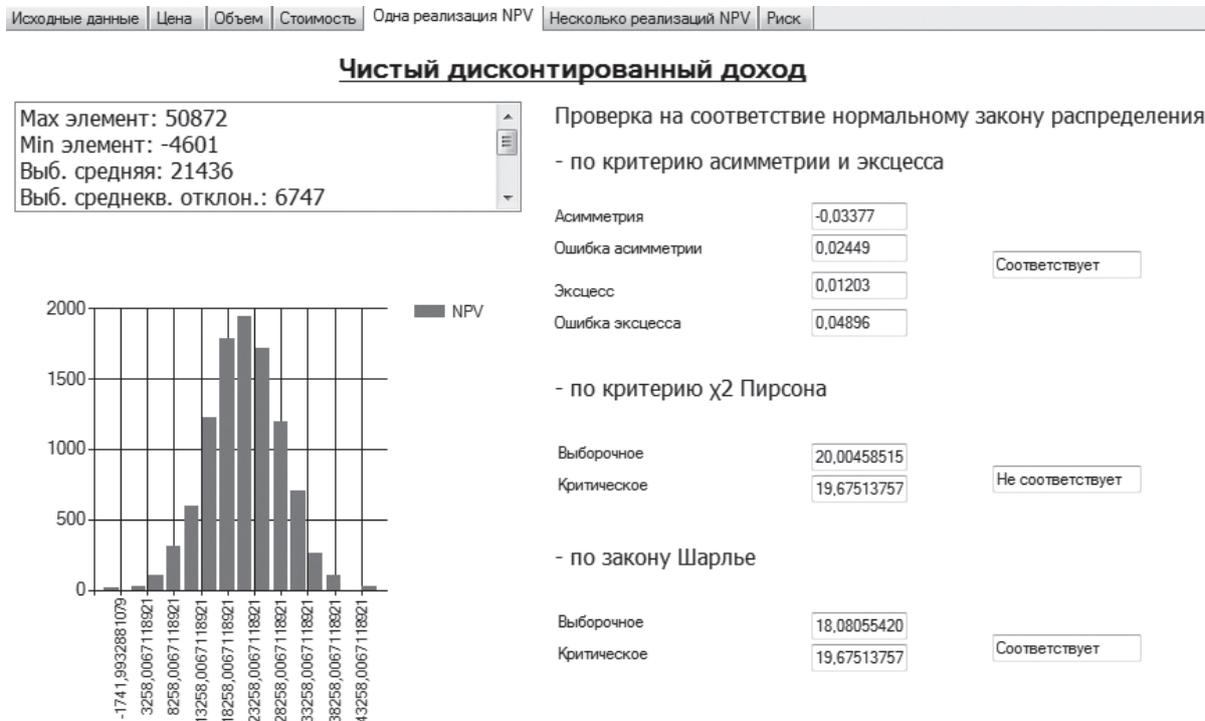


Рис. 4. Моделирование NPV (Чистый дисконтированный доход)

На вкладке «Несколько реализаций NPV» программа выводит результаты оценки параметров по нескольким реализациям: среднее значение, стандартное отклонение, асимметрия и эксцесс (рис. 5). Строится гистограмма для нескольких реализаций NPV (в каждой по 10 000 значений) и производится проверка каждой реализации по закону Гаусса и Шарлье на основе критерия χ^2 Пирсона. Также программа выводит на экран итоговое заключение о результатах проверки.

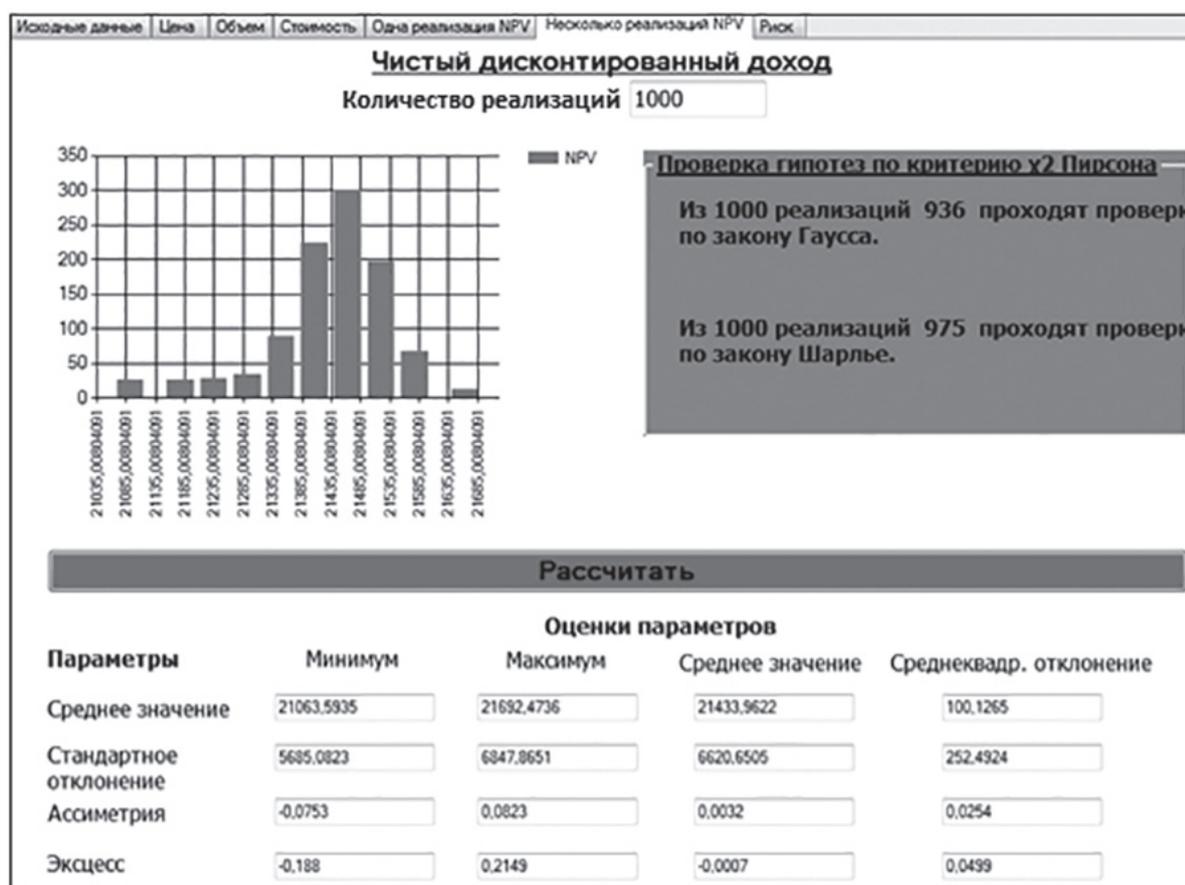


Рис. 5. Моделирование NVP (1 000 реализаций)

На вкладке «Риски» осуществляет расчет рисков инвестиционного проекта по нормальному закону распределения, по закону распределения Шарлье и методу Монте-Карло на основе результатов имитационного моделирования чистого дисконтированного дохода (см. рис. 6 ниже).

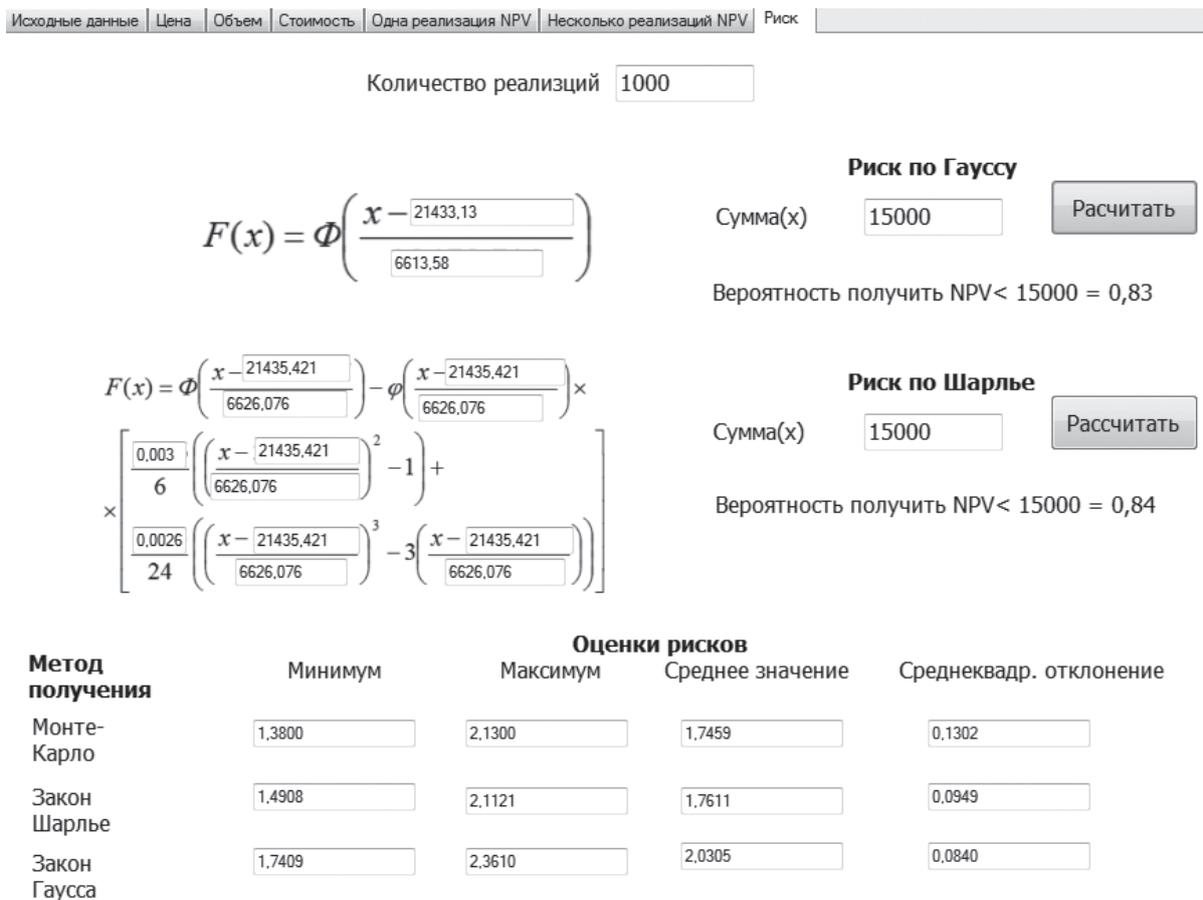


Рис. 6. Расчет риска инвестиционного проекта

В основу метода расчета риска инвестиционного проекта, согласно законам распределения Гаусса и Шарлье, заложено следующее правило: функция распределения случайной величины является ее исчерпывающей характеристикой, т.е. знание функции распределения обеспечивает исследователя (инвестора) полнейшей информацией о возможном поведении чистого дисконтированного дохода *NPV* в будущем, так как позволяет вычислить любую из вероятностей вида $P\{NPV > W\}$, где *W* — любая сумма (доллар, евро или руб.), то есть вероятность того, что чистый дисконтированный доход превзойдет денежную сумму *W*. Согласно правилу финансового менеджмента: «Если $NPV > 0$, то инвестиционный проект следует принимать к реализации, если $NPV < 0$, то проект подлежит отклонению» [4, 5]. Поэтому значение риска будет соответствовать вероятности того, что *NPV*

будет больше нуля и, следовательно, проект следует принимать к реализации: $P\{NPV > 0\} = 1 - P\{NPV \leq 0\} = 1 - F(0)$. Также программа позволяет рассчитать вероятность того, что значение презойдет определенную сумму.

В основе метода Монте-Карло для расчета риска инвестиционного проекта лежит отношение количества отрицательных значений чистого дисконтированного дохода NPV к общему количеству значений NPV в одной реализации. Если NPV проекта или инвестиций отрицательна, это означает, что ожидаемая норма прибыли, которая будет заработана на нем, будет меньше ставки дисконтирования (требуемая норма прибыли или барьера). Это не обязательно означает, что проект «потеряет деньги». Он может очень хорошо генерировать бухгалтерскую прибыль (чистый доход), но, поскольку генерируемая доходность меньше ставки дисконтирования, считается, что она разрушает стоимость. Если NPV положителен, он создает ценность.

Заключение

Чистый дисконтированный доход является фундаментальным компонентом финансового моделирования, поскольку будущие денежные потоки зависят от применяемой к ним учетной ставки. Анализ NPV представляет собой форму внутренней оценки и широко используется для финансирования и учета, для определения стоимости бизнеса, инвестиционной безопасности, капитально-го проекта, нового предприятия, программы сокращения затрат и всего, что связано с денежным потоком. Целью расчета чистого дисконтированного дохода является предоставление четкого понятия о целесообразности инвестиции средств в определенный инвестиционный проект.

Таким образом, авторами разработано визуальное приложение, позволяющее проводить имитационное моделирование чистого дисконтированного дохода и рассчитывать риск инвестиционных проектов на основе законов распределения Гаусса, Шарлье и метода Монте-Карло. Данное программное обеспечение безусловно

будет полезным инструментом руководителям предприятий для принятия обоснованного решения о целесообразности инвестирования в проект.

Источники:

- [1] Титов А.Н. Имитационное стохастическое моделирование чистого дисконтированного дохода и риска инвестиционного проекта. / А.Н. Титов, Р.Ф. Тагиева, Е.П. Фадеева. // Вестник технологического университета. Казань, 2017. Т. 20. №19. С. 88–92.
- [2] Титов А.Н. Выбор вероятностной модели чистого дисконтированного дохода и стохастическое моделирование инвестиционного риска с целью его оптимизации. / А.Н. Титов, Р.Ф. Тагиева, Е.П. Фадеева. // Вестник технологического университета. Казань, 2017. Т. 20. №19. С. 88–92.
- [3] Вадзинский Р.Н. Справочник по вероятностным распределениям. / Р.Н. Вадзинский. СПб.: Наука, 2001. 295 с.
- [4] Теплова Т.В. Финансовый менеджмент: управление капиталом и инвестициями. / Т.В. Теплова. М.: ГУ ВШЭ, 2000. 504 с.
- [5] Лукасевич И.А. Анализ финансовых операций. Методы, модели, техника вычислений: учеб. пособие. / И.А. Лукасевич. М.: ЮНИТИ, 1998. 400 с.