

УДК 338.2

**СТРАТЕГИЯ УЧЕТА ИНВЕСТИЦИОННЫХ РИСКОВ НА
НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВАХ**

**STRATEGY OF INVESTMENT RISKS CALCULATION IN OIL
REFINING INDUSTRY**

**Григорчук Т.И., Розанова Л.Ф., Максименко З.В., Чендулаева К.Б.
ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной технический
университет», г. Уфа, Российская Федерация**

**ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный авиационный
технический университет», г. Уфа, Российская Федерация**

Grigorchuk T.I., Rozanova L.F., Maksimenko Z.V., Chendulaeva K.B.

FSBEI HPE “Ufa State Petroleum Technological University”,

Ufa, the Russian Federation

FSBEI HPE “Ufa State Aviation Technical University”,

Ufa, the Russian Federation

e-mail: tgrigor@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматривается проблема учета рисков при подготовке и реализации инвестиционных проектов. Одной из основных трудностей при оценке эффективности инвестиционных проектов является учет неточности исходных данных и неопределенности, связанной с отнесением результатов инвестиционной деятельности на относительно долгосрочную перспективу. Приводится классификация задач распределения инвестиций и методов оценки рисков. Проблема количественной оценки факторов неопределенности является одной, из наиболее сложных в инвестиционном анализе. Для каждого вида неопределенности разрабатываются специфические методы их учета. В статье предлагается стратегия учета риска в условиях неопределенности на

основе вероятностной оценки возможных изменений в силу непредвиденных обстоятельств условий реализации проекта. Основными элементами стратегии являются оценка изменений ключевых параметров инвестиционного проекта и численная оценка возможного риска, позволяющего определить дополнительный объем каждого вида ресурса, чтобы обеспечить выполнение проекта с заданной вероятностью. Эти составляющие стратегии реализуются с использованием имитационного моделирования методом Монте-Карло и решения задачи оптимизации плана производства в терминах стохастического программирования. Анализ результатов решения задачи для нефтеперерабатывающего производства показал, что игнорирование случайного характера параметров инвестиционного проекта может привести к формированию невыполнимых планов. Для того, чтобы обеспечить выполнение плана с заданной вероятностью, лучше иметь дополнительный объем каждого вида ресурса, в отсутствии которого прибыль может несоизмеримо с затратами уменьшиться из-за возможного сокращения выпуска продукции.

Abstract. In this paper, the problem of taking into account the risks of the preparation and implementation of investment projects is considered. One of the main difficulties of the investment projects efficiency evaluation is taking into consideration the inexact initial data and the uncertainty caused by the remoteness in time of the investment activity results. The classification of the investments distribution tasks and risk evaluation methods are given. The problem of uncertainty components evaluating is one of the most difficult in the investment analysis. For each type of uncertainty the specific methods of evaluation are being developed. In this paper, a strategy of risk accounting in conditions of uncertainty based on probabilistic evaluation of possible changes, caused by unforeseen circumstances of the project implementation, is suggested. The key elements of the strategy are evaluation of changes of key parameters of the investment project and evaluation of the possible risk, which allows estimating the necessary additional amount of resources to ensure the project

implementation with a given probability. These components of the strategy are implemented with the use of the Monte Carlo simulation and the solution of the problem of production plan optimization in terms of stochastic programming. The results analysis of solving the problem for their finery showed that ignoring of the random feature of the investment project's parameters might lead to unrealistic plans composition. In order to ensure the plan implementation with the given probability, it is better to have an additional amount of each type of resources, which absence may decrease the income immeasurably with costs due to a possible reduction of production output.

Ключевые слова: инвестиционный проект, оценка риска, стохастическое программирование, оптимизация, планирование ресурсов.

Key words: Investment project, risk evaluation, stochastic programming, optimization, resources planning.

Введение

Любая экономическая система, в том числе и нефтеперерабатывающее производство, является вероятностной системой, которая подвержена влиянию различных типов рисков. Разрабатывая стратегию учета рисков необходимо определить характерные причины их возникновения, а также способы прогнозирования их возможных последствий.

В результате реальные показатели проекта окажутся намного хуже, чем прогнозируемые или, что еще хуже, после нескольких лет реализации он сворачивается, не достигнув окончания, то есть окажутся зря потраченными силы, время и деньги.

Оценивая инвестиционные проекты, аналитик опирается на проектную информацию, считая ее точной и достоверной. Однако в реальности значения отдельных показателей неточные, а иногда даже известны интервалы их изменения. Кроме того, возможность возникновения

случайных сбоев, отказов оборудования, аварий или стихийных бедствий, должна ввести в расчеты вероятности соответствующих событий. Естественно, что такие вероятности должны быть определены и обоснованы в проектных материалах и, выполняя расчеты, надо рассматривать их как точные и обоснованные. Уже эти примеры показывают, что оценка проектов в условиях неопределенности предполагает наличие в проектных материалах дополнительной информации об «этой неопределенности», которая (также как и иная проектная информация) должна рассматриваться как точная и обоснованная.

Таким образом, при разработке проекта в проектные материалы закладываются те или иные технические, технологические, экономические и др. параметры, характеризующие «свойства» проектируемого объекта и условия его функционирования. Неопределенность некоторых из них связана с тем, что на момент их включения в проектные материалы они неизмеримы.

Проблема количественной оценки факторов неопределенности является наиболее сложной задачей в инвестиционном анализе. Для каждого вида неопределенности разрабатываются специфические методы их учета.

1 Описание проблемы

Основными понятиями в инвестиционном анализе являются понятия инвестиционного проекта, инвестиционного портфеля, инвестиционной программы, инвестиционного риска [1].

Инвестиционный проект – план или программа мероприятий, связанных с осуществлением инвестиций (капитальных вложений) с целью их последующего возмещения и получения дохода.

Инвестиционный риск – это вероятность финансовых потерь или неполучения желаемого результата (дохода, прибыли) вследствие случайного изменения условий реализации проектов.

Инвестиционный портфель – некоторая совокупность инвестиционных проектов, находящаяся на рассмотрении у некоторого субъекта.

Инвестиционная программа – совокупность инвестиционных проектов, отобранная для реализации или рекомендованная аналитиком для отбора.

Задачи отбора, призванные обеспечить наибольший доход и наименьший риск вложений, различаются между собой характером взаимоотношений между проектами и ограничениями, накладываемыми либо на процедуру отбора, либо на его результат. Это обусловлено тем, что управление инвестициями в рамках любого предприятия, ведомства, региональной и муниципальной администрации обладают определенной спецификой, связанной с видом деятельности, с типами решаемых задач, факторами риска.

На рисунке 1 представлены основные задачи оценки эффективности инвестиционных проектов и методы оценки их рисков:

1. Оценка абсолютной эффективности проекта, т. е. превышения оценки совокупного результата над оценкой совокупных затрат. Задача состоит в том, чтобы оценить эффективность проекта и, если она будет оценена положительно, отобрать его для реализации.

2. Оценка сравнительной эффективности проектов, т. е. определения большей (меньшей) предпочтительности одного проекта их совокупности по сравнению с другим(ми). При этом необходимо выбрать наилучший проект (совокупность проектов) в инвестиционном портфеле. Инвестиционный портфель может состоять из альтернативных, независимых или взаимозависимых проектов. Иные ограничения по выбору отсутствуют.

3. Формирование оптимальной инвестиционной программы на базе имеющегося инвестиционного портфеля при наличии определенных ограничений по выбору.



Рисунок 1. Классификация задач распределения инвестиций и методов оценки рисков

Тип факторов неопределенности параметров проектов требует разработки стратегии учета риска в условиях вероятностной неопределенности, субъективной вероятности, интервальной неопределенности, интервально-вероятностной неопределенности,

нечетких данных. Оценка риска в условиях нечеткой информации для решения всех задач рассматривается в [2]. Оценка риска при формировании оптимальной инвестиционной программы в условиях вероятностной неопределенности рассматривается в [3]. В настоящей статье рассматривается оценка риска в условиях вероятностной неопределенности для задачи оценки абсолютной эффективности инвестиционного проекта.

2 Стратегия оценки эффективности инвестиций с учетом риска

Инвестиции в нефтеперерабатывающее производство, являются сложным производственно-экономическим процессом, включающим большое количество технологических установок, находящихся в тесном взаимодействии, потребляющих множество различных видов финансовых, материальных и энергоресурсов. Оценка эффективности такого проекта должна проводиться с учетом риска неполучения запланированных результатов под воздействием случайных внешних и внутренних факторов может проводиться в несколько этапов:

1) Разработка бизнес-плана проекта на основе заданных параметров (инструмент ProjectExpert).

2) Определение ключевых параметров бизнес-плана ИП (инструмент ProjectExpert – «Анализ безубыточности»). В качестве ключевых выбираются те параметры, изменения которых приводят к наибольшим отклонениям критериев оценки эффективности инвестиций, так как выходные показатели проекта могут существенно измениться при неблагоприятном изменении (отклонении от проектных) некоторых параметров. Можно выделить следующий ряд параметров: изменение цены, изменение объема выпуска, изменения переменных затрат и другие.

3) Определение возможных отклонений значений ключевых параметров. На значения, указанные в бизнес-плане, прямо или косвенно влияет большое число факторов, не поддающихся контролю, например,

смена руководства предприятия, применение инновационных технологий конкурентами, или наоборот, ухудшение положения конкурентов, и многое другое. По этой причине, при реализации проекта, фактические значения параметров будут меняться относительно указанных в бизнес-плане в худшую или в лучшую сторону. Точно спрогнозировать такие изменения невозможно, но с помощью аналитиков можно задать возможные процентные отклонения параметров в меньшую и большую сторону. Эти отклонения позволяют более точно предсказать возможное развитие проекта в будущем.

4) Проведение имитационного моделирования параметров инвестиционного проекта в части реализации производственного плана (инструмент MS Excel). Рассматриваемые ключевые параметры являются случайными величинами, относительно которых принимается допущение о нормальном законе распределения. Это допущение широко распространено при математической интерпретации измерений. Оно основывается на центральной предельной теореме, из которой следует, что всегда, когда случайная величина образуется в результате сложения большого числа независимых случайных величин, дисперсии которых малы по сравнению с дисперсией суммы, закон распределения этой случайной величины оказывается практически нормальным законом. А поскольку случайные величины всегда порождаются бесконечным количеством причин, и чаще всего ни одна из них не имеет дисперсии, сравнимой с дисперсией самой случайной величины, то большинство встречающихся в практике случайных величин подчинено нормальному закону распределения. Каждый параметр характеризуется математическим ожиданием и среднеквадратическим отклонением для оценки, которых используется метод Монте-Карло.

5) Количественная оценка риска на основе решения задачи оптимизации плана производства в терминах стохастического программирования [1- 6] описана ниже (инструмент MS Excel - «Поиск

решения» [7, 8]). Производится численная оценка возможного риска и дополнительный объем каждого вида ресурса, чтобы обеспечить выполнение плана с заданной вероятностью.

б) Разработка бизнес-плана проекта на основе скорректированных параметров инвестиционного проекта (инструмент ProjectExpert).

3 Математическая модель задачи оптимизации плана производства в терминах стохастического программирования

Модель оптимизации плана производства в терминах стохастического программирования представляет собой задачу, в которой требуется найти объемы производства, максимизирующие математическое ожидание прибыли при условии, что израсходованный ресурс не превысит имеющийся с некоторой заданной вероятностью. Для удобства решения в детерминированном виде модель представлена ниже:

$$F = \sum_{j=1}^{NT} \overline{ct}_j \cdot x_j - \sum_{i=1}^K \sum_{j=1}^N \overline{a_{ij}} \cdot x_j \cdot \overline{cm}_i \rightarrow \max, \quad i \neq j$$

при следующих ограничениях:

$$- \text{ по материальному балансу } x_j = d_{sj} x_s, \quad j, s = \overline{1, N}, \quad j > s \quad (1)$$

$$- \text{ по мощности } \sum_{j=1}^N r_{lj} x_j \leq R_l, \quad l = \overline{1, M} \quad (2)$$

- по ресурсам

$$\sum_{j=1}^m \overline{a_{ij}} x_j \leq \overline{B}_i - w_i, \quad \text{где } w_i = t(\alpha_i) \left(\left(\sum_{j=1}^n \sigma_{ij}^2 [a_{ij}] x_j^2 + \sigma_{ij}^2 [b_i] \right) \right)^{\frac{1}{2}} \quad (3)$$

$$- \text{ естественные ограничения } x_j \geq 0, \quad j = \overline{1, N}, \quad (4)$$

где NT , NP – номенклатура товарной продукции, полуфабрикатов собственного потребления ($N = NT + NP$), M , K – количество типов оборудования и видов сырья (используемых материалов), R_l – мощность

l -го типа оборудования, $\overline{a_{ij}}$ – математическое ожидание потребности i -го типа материала для производства единицы j -го вида продукции, $\overline{B_i}$ – математическое ожидание величины располагаемого i -го ресурса за весь период планирования, x_j – количество выпускаемой продукции j -го вида, упорядоченных в соответствии с циклом производства, d_{sj} – технологический коэффициент затрат s -го вида продукции на единицу j -го вида, $\overline{ct_j}$, $\overline{cm_i}$ – математические ожидания цен j -го вида продукции и i -го вида сырья и используемых материалов, $\sigma_{ij}^2[a_{ij}]$, $\sigma_{ij}^2[b_i]$, $j = \overline{1, n}$, $i = \overline{1, m}$ – дисперсии соответствующих случайных величин; $t(\alpha_i)$ – в нормальном законе распределения значение t , соответствующее заданному уровню вероятности соблюдения ограничения α_i , α_i – вероятность соблюдения ограничения, w_i – величина дополнительного ресурса, необходимая для гарантированного выполнения плана при разных уровнях вероятности,

$$r_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если продукт } j \text{ изготавливается на установке } l \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases}, l = \overline{1, M}, j = \overline{1, N}.$$

На величину w_i влияют все вероятностные характеристики задачи: заданная вероятность соблюдения i -го ограничения; дисперсия значений норм расхода; дисперсия ресурсов b_i . Увеличение заданного уровня вероятности приводит, в свою очередь, к росту величины $t(\alpha)$, а также к росту $\sigma_{ij}^2[a_{ij}]$ и $\sigma_{ij}^2[b_i]$, что вызывает увеличение w_i , а, следовательно, при этом растет плата за неопределенность. Данные выводы являются качественной оценкой влияния неопределенности. Для уточнения степени ее влияния рассчитываются количественные оценки:

- относительное ухудшение целевой функции $\beta = |F_0 - F|/F_0 \cdot 100\%$, где F_0 и F – соответственно значения ЦФ при $w_i = 0$ и в задаче СТП;

- относительное увеличение ресурса $\gamma = W_i / \left(\sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot x_j + W_i \right) \cdot 100\%$.;

- относительное увеличение стоимости ресурса при разных уровнях вероятности $\mu = \sum_{i=1}^m W_i \cdot \overline{cm}_i / \sum_{i=1}^m \left(\sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot x_j \cdot \overline{cm}_i + W_i \cdot \overline{cm}_i \right) \cdot 100\%$.

4 Результаты апробации модели

Рассматривалось нефтеперерабатывающее производство, состоящее из пяти установок, на которых производится 20 видов продуктов. Из произведенных на каждой установке продуктов, 10 идет на продажу (среди которых бензин, д/т ("л" и "з"), гудрон, рефлюкс и др.), а остальные на внутреннее потребление, такие как вакуумный газойль, газ, легкий каталитический газойль и др. Кроме того, есть такая продукция, часть которой сразу идет на продажу, а оставшаяся часть идет в дальнейшую переработку. Для получения готовой продукции используется нефть и 14 видов дополнительных ресурсов: сода каустическая, пар, вода, электроэнергия, сжатый воздух, топливо, деэмульгатор, моноэтаноламин, катализатор, инертный газ, диэтиленгликоль, аммиак и др. Цены на нефтепродукты и ресурсы, взяты с сайтов компаний, занимающихся их продажей [9, 10, 11]. Доходы складываются от продажи товарной продукции. Затраты включают стоимость всех ресурсов.

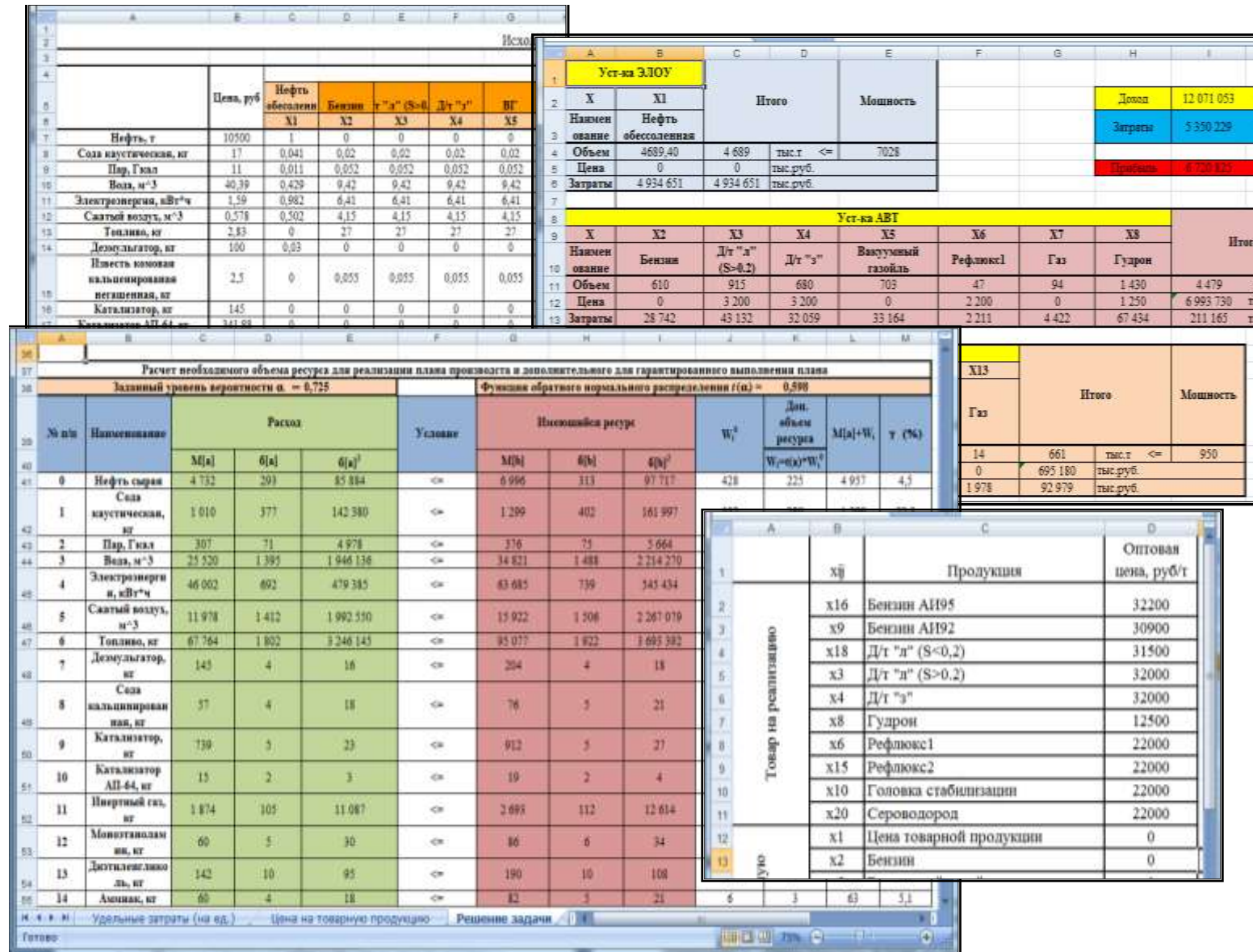


Рисунок 2. Фрагменты расчетов по разработанной модели

Сравнительная оценка относительного изменения прибыли инвестиционного проекта и увеличения затрат при разных уровнях вероятности приведены на рисунке 3.

Анализ результатов решения задачи для нефтеперерабатывающего производства позволил сделать следующие выводы:

- игнорирование случайного характера параметров инвестиционного проекта может привести к формированию невыполнимых планов;
- чтобы обеспечить выполнение плана с заданной вероятностью, лучше иметь дополнительный объем каждого вида ресурса, в отсутствии которого прибыль может несоизмеримо с затратами уменьшиться из-за возможного сокращения выпуска продукции.

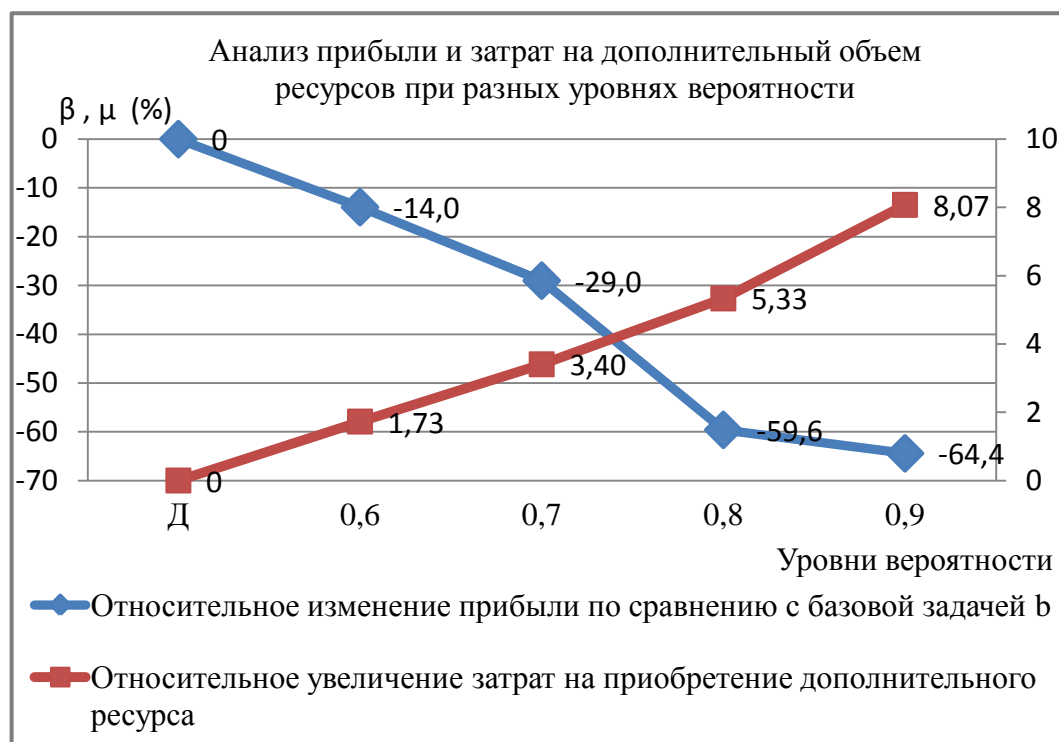


Рисунок 3. Сравнительный анализ результатов решения задачи

Так, например, для обеспечения запланированного с вероятностью 60% объема прибыли требуется увеличение затрат на приобретение дополнительного ресурса на 1,74% по сравнению с детерминированной задачей. Отсутствие такого увеличения ресурсов может привести к уменьшению прибыли на 14%.

Выводы

По результатам проделанной работы можно сделать следующие выводы и рекомендации.

Инвестиционные проекты относятся к производственно-экономическим системам, которые характеризуются высоким уровнем неопределенности, что ведет к риску принятия ошибочных решений. Этот факт требует разработки математического аппарата, позволяющего определять оптимальные параметры проекта, соответствующие объемы материальных затрат, используемых мощностей и количественно оценивать возможные потери. В качестве математического аппарата предлагается использовать модели стохастического программирования.

Случайный характер параметров инвестиционного проекта существенно влияет на результаты его реализации и пренебрежение этим фактом приводит к риску принятия невыполнимых планов. Использование предложенной стратегии позволит определить дополнительный объем по каждому виду ресурсов для обеспечения гарантированного, с заданной вероятностью выполнения, плана реализации проекта.

Список используемых источников

1 Оценка эффективности инвестиционных проектов: Теория и практика/ Виленский П.Л.[и др.]. М.: Дело, 2002. 888 с.

2 Максименко З.В. Модели и алгоритмы для управления распределением инвестиций в условиях нечетких исходных данных. Дис.... канд. техн. наук. Уфа, 2004. 159 с.

3 Розанова Л.Ф., Максименко З.В., Иванов О.И. Подход к распределению инвестиционных ресурсов в условиях вероятностной неопределенности // Информационные технологии и системы: тр. 2-й междунар. науч. конф. Банное, Россия, 2013 г.: Челябинск: изд-во Челяб. гос. ун-та, 2013. С. 188–190.

4 Шелобаев С.И. Математические методы и модели в экономике, финансах, бизнесе: учеб. пособие для ВУЗов М.: ЮНИТИ – ДАНА, 2001. 368 с.

5 Юдин Д.Б. Задачи и методы стохастического программирования: М.: URSS, 2010. 392 с.

6 Белоусова Е.Г. Математическое моделирование экономических процессов / под ред. Ю.Н. Черемных. М.: изд-во МГУ, 1990. 364с.

7 Розанова Л.Ф., Розанова Ж.Б., Чендулаева К.Б. Стохастическое программирование в задачах планирования на предприятиях с непрерывным процессом производства //Управление экономическими системами: электрон. науч. журн., 2014. № 64. URL:<http://uecs.ru/uecs64-642014/item/2844-2014-04-09-06-53-46>.

8 Цыганкова С.А., Полковникова И.В. Информационные системы в менеджменте. Бизнес-статистика и прогнозирование средствами Excel: Учеб.-метод. пособие для студентов и магистрантов эконом. специальностей. Луганск: Альма-матер, 2009. 165 с.

9 Alexpetroleum – надежность, качество, ответственность [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://reserv-oil.ru/benzin-ai-92> .

10 RICCOM [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.riccom.ru>.

11 АНК «БАШНЕФТЬ» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.bashneft.ru/processing-retail/processing/>.

References

1 Otsenka effektivnosti investitsionnyih proektov: Teoriya i praktika/ Vilenskiy P.L.[i dr.]. М.: Delo, 2002. 888 с. [in Russian].

2 Maksimenko Z.V. Modeli i algoritmyi dlya upravleniya raspredeleniem investitsiy v usloviyah nechetkih ishodnyih danniyh. Dis.... kand. tehn. nauk / Ufa, 2004. 159 s. [in Russian].

- 3 Rozanova L.F., Maksimenko Z.V., Ivanov O.I. Podhod k raspredeleniyu investitsionnykh resursov v usloviyakh veroyatnostnoy neopredelennosti // Informatsionnyie tehnologii i sistemy: tr. 2-y mezhdunar. nauch. konf. Bannoe, Rossiya, 2013 g.: Chelyabinsk: izd-vo Chelyab. gos. un-ta, 2013. S. 188–190. [in Russian].
- 4 Shelobaev S.I. Matematicheskie metody i modeli v ekonomike, finansah, biznese: ucheb. posobie dlya VUZov M.: YuNITI – DANA, 2001. 368 s. [in Russian].
- 5 Yudin D.B. Zadachi i metodyi stohasticheskogo programmirovaniya: M.: URSS, 2010. 392 s. [in Russian].
- 6 Belousova E.G. Matematicheskoe modelirovanie ekonomicheskikh protsessov / pod red. Yu.N. Cheremnyih. M.: izd-vo MGU, 1990. 364s. [in Russian].
- 7 Rozanova L.F., Rozanova Zh.B., Chendulaeva K.B. Stohasticheskoe programmirovaniye v zadachah planirovaniya na predpriyatiyah s nepreryivnyim protsessom proizvodstva // Upravlenie ekonomicheskimi sistemami: elektron. nauch. zhurn., 2014. № 64. URL: <http://uecs.ru/uecs64-642014/item/2844-2014-04-09-06-53-46>. [in Russian].
- 8 Tsyigankova S.A., Polkovnikova I.V. Informatsionnyie sistemyi v menedzhmente. Biznes-statistika i prognozirovaniye sredstvami Excel: Ucheb.-metod. posobie dlya studentov i magistrantov ekonom. spetsialnostey. Lugansk: Alma-mater, 2009. 165 s. [in Russian].
- 9 AlexPetroleum– nadezhnost, kachestvo, otvetstvennost[Elektronnyiy resurs]– Rezhim dostupa: <http://reserv-oil.ru/benzin-ai-92> [in Russian].
- 10 RICCOM [Elektronnyiy resurs] – Rezhim dostupa: <http://www.riccom.ru>. [in Russian].
- 11 ANK «BASHNEFTЬ» [Elektronnyiy resurs] – Rezhim dostupa: <http://www.bashneft.ru/processing-retail/processing/> [in Russian].

Сведения об авторах

About the authors

Григорчук Т.И., канд. техн. наук, доцент кафедры «Высшая математика» ФГБОУ ВПО УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

T.I. Grigorchuk, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Chair “Higher Mathematics” FSBEI NPE “Ufa State Petroleum Technological University”, Ufa, the Russian Federation

e-mail: tgrigor@yandex.ru

Розанова Л.Ф., канд. техн. наук, доцент кафедры «Вычислительная математика и кибернетика», ФГБОУ ВПО УГАТУ, г. Уфа, Российская Федерация

L.F. Rozanova, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Chair “Computing Mathematics and Cybernetics” FSBEI NPE “Ufa State Aviation Technical University”, Ufa, the Russian Federation

e-mail: rozanova_lara@mail.ru

Максименко З.В., канд. техн. наук, доцент кафедры «Вычислительная математика и кибернетика», ФГБОУ ВПО УГАТУ, г. Уфа, Российская Федерация

Z.V. Maksimenko, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Chair “Computing Mathematics and Cybernetics”, FSBEI NPE “Ufa State Aviation Technical University”, Ufa, the Russian Federation

e-mail: zubazzz@mail.ru

Чендулаева К.Б., магистрант кафедры «Вычислительная математика и кибернетика», ФГБОУ ВПО УГАТУ, г. Уфа, Российская Федерация

K.B. Chendulaeva, Master Student of the Chair “Computing Mathematics and Cybernetics”, FSBEI NPE “Ufa State Aviation Technical University”, Ufa, the Russian Federation