

Научно-исследовательский журнал «Modern Economy Success»
<https://mes-journal.ru>

2025, № 1 / 2025, Iss. 1 <https://mes-journal.ru/archives/category/publications>

Научная статья / Original article

Шифр научной специальности: 5.2.2. Математические, статистические и инструментальные методы в экономике (экономические науки)

УДК 336.018, 336.663

DOI: 10.58224/2500-3747-2025-1-261-267



¹ Безручко Д.С.,

¹ Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Разработка универсального алгоритма построения экономико-математических моделей инвестиционных проектов

Аннотация: актуальность настоящего исследования связана с необходимостью разработки универсального алгоритма построения экономико-математических моделей. Данная задача является составной частью более общего исследования, посвященного разработке методологии экономико-математического моделирования. В свою очередь, разработанный алгоритм должен лежать в основу разработки программных продуктов для моделирования и анализа рисков инвестиционных проектов.

В основе алгоритма лежит моделирование трех циклов превращения оборотных активов: производственный цикл, финансовый цикл и операционный цикл. Добавление взаимосвязей между показателями обеспечивает полноту формирования модели и взаимную непротиворечивость отчетов. В качестве отчетных форм алгоритм позволяет формировать бюджет доходов и расходов, бюджет движения денежных средств и баланс.

Практическое апробирование данного алгоритма на большом массиве проектов из различных отраслей доказало его универсальность и возможность использования для разработки экономико-математических моделей проектов без доработок.

Ключевые слова: экономико-математические модели, инвестиционный проект, расчет эффективности, финансовые модели

Для цитирования: Безручко Д.С. Разработка универсального алгоритма построения экономико-математических моделей инвестиционных проектов // Modern Economy Success. 2025. № 1. С. 261 – 267.
DOI: 10.58224/2500-3747-2025-1-261-267

Поступила в редакцию: 22 сентября 2024 г.; Одобрена после рецензирования: 23 ноября 2024 г.; Принята к публикации: 9 января 2025 г.

¹ Bezruchko D.S.,

¹ Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University

Development of a universal algorithm for constructing economic and mathematical models of investment projects

Abstract: the relevance of this study is associated with the need to develop a universal algorithm for constructing economic and mathematical models. This task is an integral part of a more general study devoted to the development of a methodology for economic and mathematical modeling. In turn, the developed algorithm should form the basis for the development of software products for modeling and analyzing the risks of investment projects.

The algorithm is based on modeling three cycles of transformation of current assets: the production cycle, the financial cycle and the operating cycle. Adding relationships between indicators ensures the completeness of the model and the mutual consistency of reports. As reporting forms, the algorithm allows you to form a budget of income and expenses, a budget of cash flow and a balance sheet.

Practical testing of this algorithm on a large array of projects from various industries has proven its versatility and the possibility of using it to develop economic and mathematical models of projects without modifications.

Keywords: economic and mathematical models, investment project, calculation of efficiency, financial models

For citation: Bezruchko D.S. Development of a universal algorithm for constructing economic and mathematical models of investment projects. *Modern Economy Success*. 2025. 1. P. 261 – 267. DOI: 10.58224/2500-3747-2025-1-261-267

The article was submitted: September 22, 2024; Approved after reviewing: November 23, 2024; Accepted for publication: January 9, 2025.

Введение

Экономико-математические модели инвестиционных проектов являются важным инструментом поддержки принятия решений в области инвестиционного анализа, а также управления компанией. Учитывая относительную новизну данного направления, экономико-математическое моделирование продолжает активно развиваться и еще не достигло статуса устоявшейся (общепринятой) методологии. Центральной частью такой методологии может стать универсальный алгоритм построения моделей, обеспечивающий необходимый и достаточный уровень детализации модели, а также помогающий избегать ошибок при их построении. Настоящее исследование является примером решения данной научно-практической задачи и базой для дальнейших разработок на его основе.

Материалы и методы исследований

Материалами для исследования являются экономико-математические модели инвестиционных проектов (в том числе, являющиеся составной частью бизнес-планов) в количестве более 200 единиц, лично разработанных автором в период с 2012 по 2024 годы. Методами исследования являются наблюдение, анализ, моделирование, эксперимент, прогнозирование (в том, числе экстраполяция тенденции), синтез и статистическая обработка данных. Благодаря доступу к большому количеству кейсов, все выдвигаемые гипотезы проверялись на практике с целью выработки универсального решения.

Результаты и обсуждения

Основной целью разработки экономико-

математических моделей является создание инструментальной базы для принятия решений на основе объективных факторов. Структурирование и декомпозиция данной цели применительно к инвестиционным проектам формирует функции и задачи экономико-математических моделей, используемые в практической деятельности [1]:

1. Прогнозирование будущих финансовых результатов компании на основе исторических данных и различных предположений.

2. Оценка инвестиционных проектов, в том числе определение их экономической эффективности.

3. Анализ сценариев, в том числе анализ чувствительности, а также анализ «что-если», чтобы понять, как изменения в ключевых переменных (например, объем продаж, затраты) могут повлиять на финансовые результаты.

4. Планирование бюджетов и финансовых планов, что позволяет управлять ресурсами более эффективно.

5. Оценка стоимости бизнеса, что особенно важно при слияниях и поглощениях.

6. Управление рисками, связанными с различными бизнес-процессами или инвестициями.

В целом, экономико-математических модели являются мощным инструментом для анализа и планирования, позволяя компаниям более эффективно управлять своими финансами и достигать поставленных целей.

Место экономико-математического моделирования в логической связке с объектом моделирования представлена на следующей схеме (рис. 1):



Рис. 1. Логическая схема экономико-математического моделирования.
Fig. 1. Logical diagram of economic and mathematical modeling.

Из представленной схемы видно, что предметом моделирования является не только собственно инвестиционный проект, но и также внутренние и внешние факторы, влияющие на экономическую эффективность проекта.

Полноценную экономико-математическую модель, содержащую в себе всю существенную информацию о движении ресурсов компании или

проекта, можно назвать «цифровым двойником проекта» [2]. Такая модель объединяет в себе три цикла превращения активов компании: поток товарно-материальных ценностей, финансовый поток и цикл формирования затрат. С точки зрения процессного подхода схематически все три цикла можно изобразить на рис. 2.

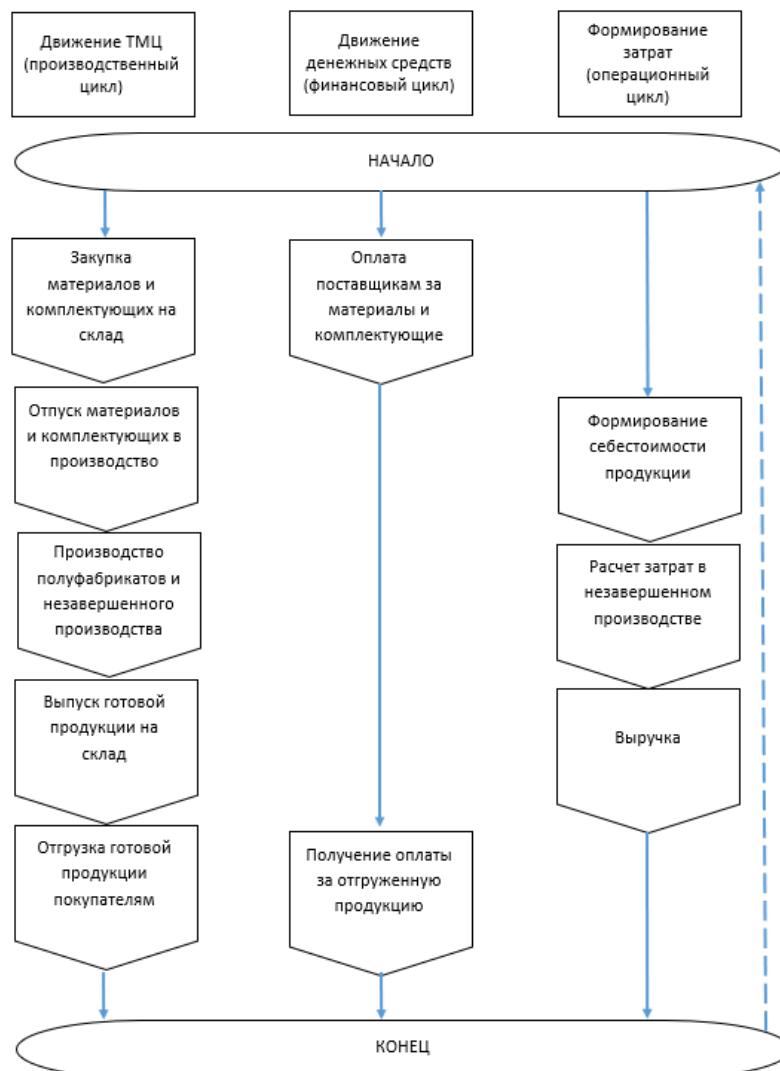


Рис. 2. Схема циклов превращения оборотных активов.
Fig. 2. Diagram of cycles of transformation of current assets.

Экономико-математическое моделирование применяется для анализа эффективности инвестиционных проектов уже более 100 лет. Однако новым импульсом для развития данной методологии стало появление и широкое распространение электронных таблиц, установленных на персональные ЭВМ пользователей. Методология экономико-математического моделирования еще не оформлена в окончательном виде. Общепринятым методическим подходом в этой области является стандарт FAST [3], имеются также локальные нормативные документы в этой области [4]. Тем не менее, экономико-математическое моделирование инвестиционных проектов по-прежнему нуждается в систематизации и алгоритмизации для обеспечения качественной поддержки принятия управлеченческих решений.

Основной задачей экономико-математической модели является воссоздание (моделирование) финансово-экономических процессов своего прообраза (компании) [5]. Для этого необходимо осуществить моделирование всех причинно-следственных связей и цепочек формирования стоимости продуктов проекта. Мы уже убедились, что данные цепочки образуют три цикла движения оборотных активов. Очевидно, что рассмотренные выше циклы движения активов существуют не изолировано, а взаимосвязаны. Данная взаимосвязь обнаруживается при моделировании каждой хозяйственной операции, соответствующей движению актива согласно методу двойной записи, являющемуся принципиальным для бухгалтерского учета.

Дальнейшее развитие данного подхода позво-

ляет создать универсальную схему расчета экономико-математических моделей проектов. Целью создания такой схемы является визуализация алгоритма расчета модели. Данная схема обеспечи-

вает логическую взаимосвязь между исходными данными и выходными показателями и формами (рис. 3).

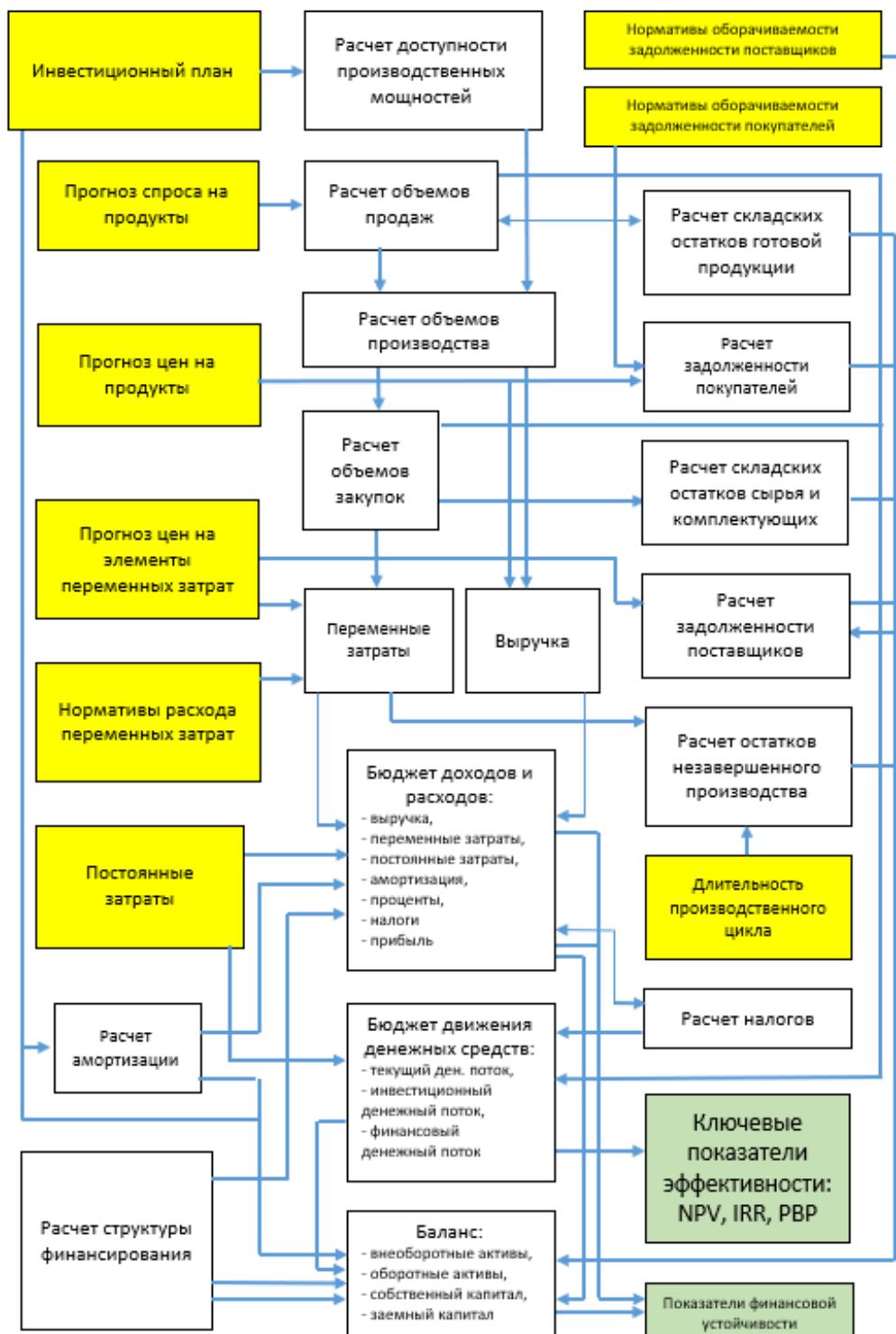


Рис. 3. Взаимосвязи показателей и отчетных форм экономико-математической модели.
 Fig. 3. Interrelations between indicators and reporting forms of the economic-mathematical model.

На схеме исходные данные выделены заливкой соответствующих прямоугольников. К ним относятся:

- Объем и направления инвестирования в проект,
- Прогноз объема спроса и цен на продукты проекта,
- Прогноз цен и нормативов расхода элементов переменных затрат,
- Прогноз постоянных затрат в проект,
- Нормативы оборачиваемости задолженностей поставщиков и покупателей,
- Нормативы длительности производственного цикла.

Формы с промежуточными расчетами на схеме не имеют заливки. Среди них самостоятельную ценность представляют стандартные формы отчетности: бюджет доходов и расходов (отчет о прибылях и убытках), бюджет движения денежных (Cash Flow) и баланс, составляемые с учетом нормативных требований, изложенных в [10]. Выходными формами (результатами расчета) являются расчеты показателей финансовой устойчивости, получаемые как производные показатели на основе балансовых соотношений, а также ключевые показатели эффективности проекта, рассчитываемые на основе денежного потока проекта [6]. В свою очередь, эти ключевые показатели и метрики являются основой для проведения количественного анализа проектных рисков.

Практическая реализация экономико-математической модели реализуется в табличном процессоре (например, в Excel). Табличный процессор позволяет представить данные модели в виде динамических временных рядов. Взаимосвязи показателей и отчетных форм в экономико-математической модели реализуются формулами, которые ссылаются на соответствующие ячейки. При составлении экономико-математической модели важно не допустить циклические ссылки (ситуация, когда ячейки прямо или косвенно ссылаются на самих себя).

В качестве примера реализации разработанного алгоритма экономико-математической можно привести программный продукт [7], разработанный на базе Excel. Данная программа была использована для расчета более 50 инвестиционных проектов различных отраслей и были получены следующие результаты:

- Разработанный алгоритм модели показал свою универсальность и применимость для инвестиционных проектов любых отраслей.

• Алгоритм и программа на его основе не содержит сложных вычислений или функций с итерационным алгоритмом вычисления. Таким образом, удалось достигнуть высокую скорость пересчета модели, что особенно важно для количественного анализа рисков.

• Алгоритм и модели на его основе позволяют реализовать анализ план-факт с использованием данных бухгалтерского и/или управленческого учета, поскольку основаны на тех же принципах.

• Алгоритм содержит встроенные контрольные соотношения, не позволяющие совершить грубые ошибки вычислений: равенство активов и пассивов баланса, неотрицательность остатков денежных средств, неотрицательность складских остатков.

Что касается отраслевой специфики использования данного алгоритма, то нами были выявлены следующие отраслевые особенности модели:

- Экономико-математические модели производств с длительным производственным циклом (судостроение, энергетическое машиностроение и др.) наиболее полно используют функциональность алгоритма.

- Модели производств с коротким производственным циклом (менее половины месяца) не используют функциональность расчета величины незавершенного производства.

- Модели сельскохозяйственных проектов используют расчеты длительности производственного цикла, но выпуск продукции строго ограничен одним сезоном (сбор урожая).

- Модели компаний и проектов из сферы услуг, а также энергетической отрасли не используют расчет складских остатков.

- Модели строительства капитальных сооружений могут не иметь инвестиций, а выпуск готовой продукции может исчисляться одной единицей.

- Моделирование ИТ-проектов, в целом, подчиняется тем же принципам, что и моделирование проектов в области услуг, при этом наибольшее внимание уделяется формированию воронки продаж.

Выводы

Разработанный нами алгоритм экономико-математической модели является удобной основой для применения методов количественного анализа проектных рисков, таких как анализ чувствительности и анализы методом Монте-Карло, см. также [8, 9]. Встраивание данных методов в разработанный нами алгоритм не сложно с технической точки зрения и дает широкие возможности для принятия обоснованных управленческих решений.

Список источников

1. Клейнер Г.Б. Экономико-математическое моделирование и экономическая теория // Экономика и математические методы. 2001. Т. 37. № 3. С. 111 – 127.
2. Полянин А.В., Головина Т.А. Концепция управления инновационной деятельностью промышленных систем на основе технологии цифрового двойника // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2021. Т. 14. № 5. С. 7 – 23.
3. The FAST Standard Practical, structured design rules for financial modelling. Version 02 July 2019. www.fast-standard.org
4. Требования к финансовой модели. Утверждены приказом Минэкономразвития России от 30.11.2015 N 894.
5. Ильин И.В. Модели и методы анализа динамических процессов в нелинейных экономических системах: дис. ... докт. экон. наук. 2004.
6. Гужев Д.А. Методика расчета чистого дисконтированного дохода инвестиционного проекта с учетом вариативности определения денежного потока капитальных вложений // Финансы и кредит. Т. 28. № 9. сентябрь 2022. С. 2016 – 2031 DOI: <https://doi.org/10.24891/fc.28.9.2016>.
7. Безручко Д.С. ИНФП-лайт // свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023614981. 2023.
8. Metropolis N., Ulam S. The Monte Carlo Method // Journal of the American Statistical Association. 1949. № 247. С. 335 – 341.
9. Безручко Д.С. Построение вероятностной экономико-математической модели инвестиционного проекта с помощью метода Монте-Карло // Финансы и кредит. 2024. Т. 30. № 7. С. 1623 – 1640.
10. Приказ Министерства финансов Российской Федерации №43н от 6 июля 1999 г. Об утверждении положения по бухгалтерскому учету "Бухгалтерская отчетность организаций" (ПБУ 4/99).

References

1. Kleiner G.B. Economic and mathematical modeling and economic theory. Economics and mathematical methods. 2001. Vol. 37. No. 3. P. 111 – 127.
2. Polyanin A.V., Golovina T.A. Concept of managing innovative activities of industrial systems based on digital twin technology. Scientific and technical statements of St. Petersburg State Polytechnical University. Economic sciences. 2021. Vol. 14. No. 5. P. 7 – 23.
3. The FAST Standard Practical, structured design rules for financial modelling. Version 02 July 2019. www.fast-standard.org
4. Requirements for the financial model. Approved by order of the Ministry of Economic Development of Russia dated 30.11.2015 N 894.
5. Ilyin I.V. Models and methods for analyzing dynamic processes in nonlinear economic systems: diss. ... doc. econ. sciences. 2004.
6. Guzhev D.A. Methodology for calculating the net present value of an investment project taking into account the variability of determining the cash flow of capital investments. Finance and Credit. Vol. 28. No. 9. September 2022. P. 2016 – 2031 DOI: <https://doi.org/10.24891/fc.28.9.2016>.
7. Bezruchko D.S. INFP-light. certificate of state registration of the computer program No. 2023614981. 2023.
8. Metropolis N., Ulam S. The Monte Carlo Method. Journal of the American Statistical Association. 1949. No. 247. P. 335 – 341.
9. Bezruchko D.S. Construction of a probabilistic economic and mathematical model of an investment project using the Monte Carlo method. Finance and Credit. 2024. Vol. 30. No. 7. P. 1623 – 1640.
10. Order of the Ministry of Finance of the Russian Federation No. 43n of July 6, 1999 On approval of the accounting regulation "Accounting statements of an organization" (PBU 4/99).

Информация об авторе

Безручко Д.С., кандидат экономических наук, доцент, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6891-5261>,
SPIN – код 3432-5808, Высшая инженерно-экономическая школа, Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого, dbezru@mail.ru

© Безручко Д.С., 2025