

УДК 338.45

DOI 10.26118/2782-4586.2025.41.41.056

Погребняк Михаил Владимирович
Кубанский государственный аграрный университет
Карпенко Иван Владимирович
Кубанский государственный аграрный университет
Кудрина Ирина Викторовна
Кубанский государственный аграрный университет

Математическое моделирование в экономике

Аннотация. Математическое моделирование помогает экономистам разбираться в сложных процессах. С его помощью можно предсказывать, как будет развиваться экономика, и находить лучшие решения для управления. В статье рассматриваются ключевые подходы к построению математических моделей в экономике, включая оптимизационные, эконометрические и имитационные методы. Приводятся примеры их применения на микро- и макроэкономическом уровнях, такие как производственная функция Кобба-Дугласа, модель Солоу экономического роста и модель Блэка-Шоулза для оценки опционов. Особое внимание уделяется современным тенденциям в экономико-математическом моделировании, связанным с использованием больших данных и машинного обучения.

Ключевые слова: математическое моделирование, экономика, оптимизация, эконометрика, имитационные модели, микроэкономика, макроэкономика.

Pogrebnyak Mikhail Vladimirovich
Kuban State Agrarian University
Karpenko Ivan Vladimirovich
Kuban State Agrarian University
Kudrina Irina Viktorovna
Kuban State Agrarian University

Digital twins and their application in the economy

Abstract. Mathematical modeling helps economists understand complex processes. It allows them to predict how the economy will evolve and find the best management solutions. The article examines key approaches to constructing mathematical models in economics, including optimization, econometric, and simulation methods. Examples of their application at micro- and macroeconomic levels are provided, such as the Cobb-Douglas production function, the Solow economic growth model, and the Black-Scholes option pricing model. Special attention is paid to modern trends in economic-mathematical modeling related to the use of big data and machine learning.

Keywords: mathematical modeling, economics, optimization, econometrics, simulation models, microeconomics, macroeconomics.

Сегодня в экономике без математических расчётов никуда – они помогают анализировать данные и принимать обоснованные решения. Математическое моделирование экономических процессов позволяет перевести качественные экономические концепции на строгий количественный язык, что значительно повышает точность прогнозов и обоснованность принимаемых решений. Исторически применение математики в экономике восходит к работам таких классиков, как Леон Вальрас, Огюстен Курно и Альфред Маршалл, однако настоящий расцвет этого направления произошёл во

второй половине XX века благодаря развитию вычислительной техники и появлению новых математических методов.

Математическое моделирование в экономике сейчас как никогда востребовано – современные экономические системы стали слишком сложными, всё взаимосвязано в глобальном масштабе, а решения нужно принимать быстро, даже когда нет полной ясности. В отличие от традиционных качественных методов экономического анализа, математические модели позволяют количественно оценивать последствия тех или иных экономических решений, проводить сравнительный анализ различных сценариев развития и выявлять скрытые закономерности в экономических данных.

Основные подходы к математическому моделированию в экономике.

В современной экономике используют множество математических методов, которые можно группировать по-разному. По уровню агрегации выделяют микроэкономические модели, изучающие поведение отдельных экономических агентов (потребителей, фирм), и макроэкономические модели, описывающие экономику в целом. По характеру учитываемых факторов различают детерминированные модели, где все параметры считаются точно известными, и стохастические модели, учитывающие случайные колебания экономических показателей.

Особенно интересно посмотреть, как методы делятся по типам математических инструментов. Линейные модели, основанные на методах линейной алгебры, наиболее просты в использовании и интерпретации, но часто оказываются слишком грубыми для описания реальных экономических процессов. Нелинейные модели лучше отражают сложность экономических взаимосвязей, но требуют более сложного математического аппарата для своего анализа. Динамические модели, описывающие изменение экономических показателей во времени, представляют особый интерес для прогнозирования и долгосрочного планирования.

Главный инструмент в экономико-математических исследованиях — это модели оптимизации. Его суть заключается в поиске наилучшего (оптимального) решения в рамках заданных ограничений. Типичными примерами являются задачи максимизации прибыли фирмы при ограниченных ресурсах или минимизации издержек при заданном объеме производства. Методы линейного программирования, разработанные в середине XX века, нашли широкое применение в решении транспортных задач, оптимальном распределении ресурсов и планировании производства. Более сложные случаи, учитывающие нелинейные зависимости и динамические аспекты, требуют применения методов нелинейного и динамического программирования.

Эконометрика соединяет три важные вещи: экономическую теорию, математические методы и статистический анализ. Основная задача - количественная оценка экономических зависимостей и проверка экономических гипотез на реальных данных. Простейшие эконометрические модели - это уравнения регрессии, связывающие зависимую переменную (например, объем спроса) с одним или несколькими объясняющими факторами (ценой, доходом и т.д.). Более сложные модели временных рядов позволяют анализировать динамику экономических показателей и выявлять сезонные и циклические колебания. Особую группу составляют системы одновременных уравнений, описывающие взаимное влияние различных экономических переменных.

Сейчас имитационное моделирование становится всё важнее — экономика усложнилась, и в ней стало слишком много непредсказуемых факторов. В отличие от аналитических методов, дающих точное решение, имитационные модели позволяют воспроизводить поведение экономической системы в различных условиях и оценивать вероятностные характеристики экономических процессов. Метод Монте-Карло, основанный на многократных случайных испытаниях, широко используется для оценки рисков в финансовой сфере. Агент-ориентированные модели, имитирующие поведение множества взаимодействующих экономических агентов, применяются для анализа рыночной динамики и распространения инноваций.

Примеры применения математических моделей в экономике.

С помощью математики в микроэкономике можно чётко описать, как принимают решения покупатели и компании. Классическая модель потребительского выбора, основанная на концепции функции полезности, использует методы математической оптимизации для определения оптимальной потребительской корзины при заданном бюджетном ограничении. Производственная функция Кобба-Дугласа, имеющая вид $Q = AL^\alpha K^\beta$, где Q - объем выпуска, L - труд, K - капитал, A - технологический коэффициент, а α и β - эластичности выпуска по труду и капиталу, стала стандартным инструментом анализа производственных процессов. Эта модель позволяет оценивать отдачу от масштаба, эффективность использования ресурсов и влияние технологического прогресса на объем производства.

Многие компании используют модель Уилсона — она помогает рассчитать идеальный размер заказа, чтобы не переплачивать ни за хранение, ни за частые поставки. Модель Бертрана и модель Курно используются для анализа стратегического взаимодействия фирм на олигополистических рынках, помогая предсказать последствия ценовой конкуренции или сговора производителей.

С помощью математических моделей экономисты анализируют, как взаимодействуют ключевые показатели: ВВП, инфляция, безработица и другие. Модель Солоу, описывающая долгосрочный экономический рост, включает производственную функцию, уравнение накопления капитала и учитывает влияние сбережений, роста населения и технологического прогресса на динамику ВВП. Эта модель помогает понять причины различий в уровне экономического развития стран и оценить эффективность различных стратегий экономической политики.

Кейнсианская модель IS-LM, представляющая собой систему из двух уравнений (инвестиции-сбережения и ликвидность-деньги), является основным инструментом анализа краткосрочных колебаний экономики и эффективности монетарной и фискальной политики. Более сложные динамические стохастические модели общего равновесия (DSGE) стали стандартом современного макроэкономического анализа, позволяя учитывать случайные шоки, ожидания экономических агентов и институциональные особенности различных стран.

В финансовой экономике математические модели играют ключевую роль в оценке активов, управлении рисками и разработке инвестиционных стратегий. Модель Блэка-Шоулза-Мертон для оценки опционов, основанная на концепции безрискового хеджирования, произвела революцию в финансовой индустрии. Модели оценки стоимости капитала (CAPM, APT) помогают инвесторам принимать обоснованные решения о формировании портфеля активов. Методы Value-at-Risk (VaR) и Expected Shortfall позволяют количественно оценивать рыночные риски и определять достаточность капитала финансовых институтов.

Современные тенденции и перспективы развития.

Современные экономические модели стали сложнее, технологичнее и практичнее. Во-первых, это широкое применение методов машинного обучения и анализа больших данных. Нейронные сети, методы кластеризации и алгоритмы обработки естественного языка позволяют анализировать огромные массивы неструктурированных данных (новостные ленты, сообщения в социальных сетях, транзакционные данные), выявляя новые закономерности и улучшая точность прогнозов.

Во-вторых, наблюдается рост интереса к агент-ориентированным моделям, которые позволяют учитывать гетерогенность экономических агентов, ограниченную рациональность их поведения и сложные сетевые взаимодействия. Эти модели особенно полезны для анализа финансовых рынков, распространения инноваций и формирования социально-экономических институтов.

В-третьих, развитие вычислительных мощностей и алгоритмов делает возможным построение все более сложных и детализированных моделей, интегрирующих микро- и

макрэкономические подходы. Особое внимание уделяется моделированию экстремальных событий (экономических кризисов, финансовых пузырей, пандемий) и оценке устойчивости экономических систем к различным шокам.

Практическое значение и будущее моделирования.

Математическое моделирование в экономике — это не просто теория, а рабочий инструмент для принятия реальных решений. От прогнозирования инфляции до управления цепочками поставок — модели помогают снижать риски и находить оптимальные решения в условиях неопределенности.

Однако важно помнить, что даже самые совершенные модели — лишь упрощенное отражение реальности. Их точность зависит от качества данных, корректности допущений и способности экономистов интерпретировать результаты. Например, многие модели не смогли предсказать финансовый кризис 2008 года, что заставило пересмотреть подходы к оценке рисков.

Сегодня ключевая задача — сделать моделирование более гибким. Это означает:

- Интеграцию с Big Data — использование данных из соцсетей, транзакций и датчиков в реальном времени;
- Учет поведенческих факторов — моделирование не только «рациональных» решений, но и психологии рынка;
- Адаптацию к кризисам — развитие методов, которые предупреждают о «черных лебедях», а не просто экстраполируют тренды.

Будущее — за гибридными подходами, где математические модели сочетаются с искусственным интеллектом, но окончательные решения всегда остаются за человеком. Ведь экономика — это не только цифры, но и люди, институты и непредсказуемые события.

Список источников

1. Ашманов С. А. Математические модели и методы в экономике. - М.: Изд-во МГУ, 2018.
2. Замков О. О., Толстопятенко А. В., Черемных Ю. Н. Математические методы в экономике. - М.: Дело и Сервис, 2019.
3. Нуреев Р. М. Эконометрика: начальный курс. - М.: ИНФРА-М, 2021.
4. Орлова И. В. Экономико-математическое моделирование. - М.: Вузовский учебник, 2017.
5. Магнус Я. Р., Катышев П. К., Пересецкий А. А. Эконометрика. Начальный курс. - М.: Дело, 2018.
6. Смирнов А. В. Современные методы экономико-математического моделирования. - СПб: Питер, 2021.
7. Сафонова А. В., Сушко А.В., Кириченко А. О. Применение методов моделирования в экономических исследованиях// Journal of Monetary Economics and Management. - 2024.- № 6.- С.180-184

Сведения об авторе

Погребняк Михаил Владимирович, бакалавр, Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия.

Карпенко Иван Владимирович, бакалавр, Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия.

Кудрина Ирина Викторовна, старший преподаватель кафедры экономической кибернетики ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», Краснодар, Россия.

Information about the author

Pogrebnyak Mikhail Vladimirovich, bachelor's degree, Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia.

Karpenko Ivan Vladimirovich, bachelor's degree, Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia.

Kudrina Irina Viktorovna, Senior Lecturer at the Department of Economic Cybernetics, I. T. Trubilin Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia.