



# Роль экономико-математических методов в оптимизации экономических решений

Иванова В.О.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Удмуртский государственный университет – филиал в городе Нижняя Тура, Нижняя Тура, Россия

## АННОТАЦИЯ:

Качественно новый этап развития рыночной экономики определяется как экономика знаний. Он значительно отличается от предыдущей стадии формированием нелинейных тенденций в экономическом развитии. Лица, ответственные за управление экономикой на межнациональном, национальном, региональном уровне и уровне субъекта хозяйствования, должны принимать управленческие решения в условиях высокой неопределенности, влияющей на развитие процессов производства, распределения, обмена и потребления. Невозможно оценить эффективность таких проектов и процессов без соответствующих экономико-математических расчетов.

Экономико-математическое моделирование при этом является одним из наиболее подходящих и эффективных методов для описания современных сложных социально-экономических процессов и объектов. Создание математических моделей в экономике в сочетании с новыми экономическими решениями позволяет сформировать знания о результатах изменений, не прибегая к дорогостоящим эмпирическим экспериментам. Таким образом, экономико-математическое моделирование становится частью самой экономики. Экономика знаний как общая и несколько абстрактная категория может быть выражена в осязаемой конкретной форме. Это может быть достигнуто с помощью экономико-математического моделирования различных экономических процессов и объектов.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** экономико-математические методы и модели, задачи бизнес-прогнозирования, оптимизация экономических решений.

## The role of economic and mathematical methods in the optimization of economic decisions

Ivanova V.O.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Udmurt State University, Russia

### Введение

Текущий уровень теоретических исследований и развития системы математических моделей и методов может быть использован для решения реальных экономических проблем:

мониторинга развития и поддержки работы на любом уровне хозяйствования;

- оценки качества управления экономическими системами с точки зрения энергосберегающего, энтропийного подхода;
- управления рисками инвестиционных процессов.

Многие экономико-математические методы и модели протестированы на примере экономик разных стран, экономических объектов, поэтому разработанные стандартные решения и модели могут быть использованы на любом уровне и в любом государстве с определенной доработкой и адаптацией. Большое значение для развития экономико-математических методов имели идеи Нобелевских лауреатов и ведущих ученых-экономистов Д. Кейнса, Г. Куна, В. Леонтьева, Г. Одума, Э. Одума, И. Пригожина, К. Симса и других. Рассмотрим некоторые направления применения экономико-математических методов для оптимизации экономических решений. Комплекс моделей используется для анализа и прогнозирования потока бюджетных финансовых ресурсов. Текущие расчеты и долгосрочное прогнозирование бюджетных показателей являются инструментами реализации стратегических планов развития стран и регионов. Все еще широко используются традиционные методы планирования бюджетных программ: они включают в себя планирование на основе номинальных стандартов, определенных административными органами, или на основе изменения динамики предыдущих периодов. Тем не менее развитие информационных технологий, изменение требований рыночной экономики, а также высокие темпы развития

**ABSTRACT:**

A qualitative new stage in the development of a market economy is defined as the knowledge economy. It differs significantly from the previous stage in the formation of non-linear trends in economic development. The person responsible for the management of the economy at international, national, regional level and at the level of a business entity, must make managerial decisions in conditions of high uncertainty, influencing the development of the processes of production, distribution, exchange and consumption. It is impossible to assess the effectiveness of such projects and processes without appropriate economic and mathematical calculations. Economic and mathematical modeling is one of the most suitable and effective methods for the description of modern complex socio-economic processes and objects. The creation of mathematical models of the economy, combined with new economic solutions allows you to build knowledge about the impact of the changes without resorting to expensive empirical experiments. Thus, economic and mathematical modeling becomes a part of the economy itself. Thus, the knowledge economy as a General and somewhat abstract category can be expressed in a tangible concrete form. This can be achieved through economic and mathematical modeling of various economic processes and objects.

**KEYWORDS:** economic and mathematical methods and models, problems of business forecasting, optimization of economic decisions

JEL Classification: C01, C02, M21

Received: 24.07.2018 / Published: 30.09.2018

© Author(s) / Publication: CREATIVE ECONOMY Publishers  
For correspondence: Ivanova V.O. (ivanovaudgu.nt@yandex.ru)

**CITATION:**

Ivanova V.O. [2018] Rol ekonomiko-matematicheskikh metodov v optimizatsii ekonomicheskikh resheniy [The role of economic and mathematical methods in the optimization of economic decisions]. Kreativnaya ekonomika. 12. (9). – 1385-1398. doi: 10.18334/ce.12.9.39335

экономической ситуации постоянно требуют новых, весьма интеллектуальных и точных аналитических экономико-математических моделей.

Следует также отметить, что глобальный экономический кризис привел к драматическим последствиям во многих странах: тяжелым бременем стали долги бюджетов и хозяйствующих субъектов, подлежащие возврату; возникли чрезвычайные трудности для физических и юридических лиц в получении кредитов, возросли случаи банкротств, недоверия инвесторов и колебаний на мировых фондовых рынках; потребовались государственные вливания в отношении банков и других финансовых учреждений, находящихся под угрозой банкротства. На самом деле, кризис, вероятно, не возник бы без принятия каких-либо неэффективных политических решений, связанных с денежно-кредитной и экономической политикой, а также на фоне недостаточного уровня регулирования и контроля.

Можно сказать, что во время кризиса «невидимая рука» свободного рынка стала «жертвой» иррационального поведения политиков, инвесторов и менеджеров, принимавших решения без проверки на их соответствие критерию «оптимальности». Идея оптимальности в экономике исходит из необходимости правильного распределения дефицитных ресурсов. Термин «оптимизация» – это последовательность операций или процесс, позволяющий получить уточненное решение [6] (*Krivtsova, 2015*).

### Информация – залог рациональности

Понятие оптимальности и процессы оптимизации, безусловно, имеют решающее значение в ключевых областях экономики, техники, управления и бизнеса. Это в основном проблемы поиска «ограничений», когда поиск оптимальности зависит от какой-либо формы оценки компромиссов. Государственный орган, организация или предприятие, как правило, анализируют ситуацию, в которой они находятся, прежде чем принимать меры. При этом используется функция полезности, которая представляет собой способ описания предпочтений в отношении различных реальных и гипотетических альтернатив. Как правило, все субъекты рынка имеют полное знание, которое необходимо для правильного выбора и реализации решений. Важным моментом в развитии модели рационального экономического выбора была при этом формулировка гипотезы рациональных ожиданий. При этом предполагается, что информация является редким товаром, и поэтому не должна использоваться «впустую» (вся информация, как правило, запрашивается, собирается и используется немедленно), и

#### ОБ АВТОРЕ:

*Иванова Виктория Олеговна*, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономических и правовых основ управления [ivanovaudgu.nt@yandex.ru]

#### ЦИТИРОВАТЬ СТАТЬЮ:

Иванова В.О. Роль экономико-математических методов в оптимизации экономических решений // Креативная экономика. – 2018. – Том 12. – № 9. – С. 1385-1398. doi: [10.18334/ce.12.9.39335](https://doi.org/10.18334/ce.12.9.39335)

что ожидания формулируются нынешней экономической моделью [9] (*Serkov, 2014*).

Исходя из этих предположений, возможность оптимизировать экономические решения – это отличная способность предсказывать будущее, основанная на полном знании, как на положениях экономической теории, математики и статистики, так и всей имеющейся информации. Таким образом, экономические соображения по «оптимизации решения» – это возможность принимать предположения по поводу отсутствия, среди прочего, неопределенности, незнания и иррационального поведения, или исключить или свести к минимуму возможность влияния на принятие экономических решений так называемого «человеческого фактора». Это аксиома оптимизации экономических решений является общим предположением не только для классической экономической теории, но и для неоклассического мейнстрима; отличная способность предсказывать будущее, основанная на полном знании как теории, так и всей имеющейся информации.

Таким образом, экономические соображения стали широко принимать предположения по поводу отсутствия, среди прочего, неопределенности, незнания и иррационального поведения, или чего-нибудь, что можно было бы назвать «человеческим фактором». Это аксиома оптимизации экономических решений положена в основу формирования экономико-математических методов. Прежде всего, при их формировании, как правило, используются прошлые данные для прогнозирования будущих результатов, а также поправки, вносимые согласно теории адаптивных ожиданий. Ведь лица, принимающие решения, вынуждены реагировать на экономические изменения постфактум, и они не могут предвидеть движение будущего экономики.

В то же время экономические агенты формируют ожидания на основе доступной информации, которую и политики кладут в основу своих решений, поэтому решения, согласно теории адаптивных ожиданий, принимаются ими так, чтобы нейтрализовать вмешательство нерыночных факторов (в частности – политических решений) в экономику [2] (*Vorontsovsky, 2014*). Текущая экономическая теория построена на фундаменте, заложенном более 200 лет назад. Традиционные экономические и финансовые модели основаны на базе совершенной конкуренции, эффективных рынков, рационального поведения и рыночного равновесия. Эта парадигма предполагает, что «невидимая рука» старается решить все дисбалансы и вернуть экономику к стационарному равновесию, так как участники рынка ведут себя рационально.

Значительная часть экономики требует понимания математических и статистических методов, так что возникла и активно развивается математическая экономика как наука. Математическая экономика лучше всего определяется как подобласть экономики, которая исследует математические аспекты экономики и экономических теорий. Или, другими словами, математика применяется для иллюстрации экономических теорий и анализа экономических гипотез.

Основным преимуществом математической экономики является то, что она позволяет упростить теоретические экономические отношения путем обобщений. Но «про-

стота» такого подхода к изучению экономики, безусловно, субъективна, так как формальные математические модели и алгоритмы составляют люди, закладывающие в них свое видение экономической ситуации.

Современные экономические исследования, безусловно, активно применяют эконометрические методы, позволяющие анализировать реальные экономические сценарии и деятельность в реальном мире с помощью статистических методов. Математическая экономика при этом позволяет экономистам сформулировать проверяемые гипотезы по широкому кругу сложных объектов и тем. Это также позволяет объяснять наблюдаемые явления в количественных выражениях и служит основой для дальнейшего толкования или формулирования возможных экономических решений. Но эти экономико-математические методы не ограничиваются применением исключительно в экономике. Фактически многие из них часто используются в исследованиях других наук.

Существующая сейчас система экономико-математических методов оптимизации экономических решений уже позволяет рационализировать многие сферы экономической деятельности. В частности, важной задачей является оптимизация бюджета страны, региона или организации, которая решается путем экономико-математического моделирования. Бюджет основан на принципах математических методов теории управления, а именно в него закладывается программа управления, которая ориентирована на конечный результат и может рассматриваться в качестве задачи оптимизации процесса перехода передачи из начального состояния к требуемому.

Во многих развитых странах такая методика называется бюджетирование, ориентированное на результат, или концепция (модель) ориентированного на результат бюджета в рамках среднесрочного финансового планирования (БОР). Суть ее состоит в распределении бюджетных ресурсов между администраторами бюджетных средств и/или бюджетных программ, реализуемых администраторами с учетом для или в прямой зависимости от достижения конкретных результатов (оказание услуг) в соответствии со среднесрочными приоритетами социально-экономической политики и в пределах бюджетных средств, прогнозируемых на среднесрочный период [4] (*Dzankisova, 2008*).

Пионерами ориентированного на результат бюджетирования являются США, Австралия, Новая Зеландия, Великобритания, Нидерланды и Швеция. Германия и Франция приступили к реализации модели ориентированного на результат бюджетного планирования позже [11] (*Teterina, 2012*). Использование экономико-математических моделей позволяет учесть большое количество взаимосвязанных факторов, влияющих на статьи бюджета. Они также позволяют свободу действий при определении методики прогнозирования бюджета и выбор из нескольких вариантов бюджета оптимального, соответствующего принятой стратегии социально-экономического развития страны и бюджетной политике правительства.

## План «толкает» рынок

Важны экономико-математические методы для оптимизации инвестиционных решений, так как они позволяют оценить и выбрать среди альтернативных инвестиционных проектов оптимальный, для чего необходимо решить задачу многокритериальной оптимизации, которая является попыткой достичь компромисса между предпочтениями потенциальных инвесторов. Применение компьютерных (аппаратных и программных средств для обработки информации, хранения, передачи и визуализации) и измерительных технологий, поддерживающих математическое моделирование, расширяет возможности практического использования математического аппарата. Так при применении имитационного моделирования возможно повторное воспроизведение процесса с помощью средств вычислительной техники, что позволяет производить экспериментальную замену параметров процессов при изучении его характеристик.

Технологические возможности систем обеспечивают непрерывный циклический процесс эксплуатации и ситуационную коррекцию имитационной модели. Таким образом, результаты имитационного моделирования являются важным экспертным мнением об отсутствии противоречий между моделируемыми параметрами и значением соответствующих характеристик, полученных другими способами (например, путем ретроспективного анализа).

В инвестиционном анализе также перспективно и применение теории нечетких множеств к описанию экономических процессов (синтез количественных и экспертных оценок), что является эффективным средством оценки инвестиционных проектов [8] (*Melnikov, 2010*).

Экономико-математическое моделирование как способ оптимизации экономических решений чрезвычайно широко применяется при планировании хозяйственной деятельности предприятий, что является одним из наиболее важных факторов свободных рыночных отношений. В рыночных условиях эффективные цены на все продукты и ресурсы формируются конкурирующими производителями и потребителями самостоятельно, и именно поэтому любое предприятие определяет диапазон цен и объем своей продукции. Производственные планы должны быть своевременно скорректированы в ответ на любые изменения ситуации на рынке. Производственный план должен быть гибким и легко адаптироваться к рыночной среде. Для того, чтобы сформулировать экономические цели и обеспечить рациональное управление бизнесом, а также сбалансировать ресурсы на основе планирования, необходимо разработать и изучить модели выбора решений о выделении различных и, как правило, ограниченных ресурсов. Краеугольным камнем большинства теорий о коллективных решениях является принцип оптимальности Парето.

Согласно Парето, альтернатива является оптимальной, если любой другой вариант, который является более предпочтительным для некоторых членов группы, менее предпочтителен для других членов группы. В частности, в прогнозировании, страте-

гическом планировании и принятии решений в сфере инноваций часто приходится решать многомерные задачи принятия оптимальных решений. Для решения многомерной задачи по экономическому планированию в течение длительного интервала времени необходимо проанализировать принятие решений с рядом допущений, которые должны быть сформулированы в виде стохастической, дискретной, многокритериальной (или многоцелевой) задачи оптимизации.

Экономико-математические модели создают математическую основу для автоматизированной системы управления. Например, экономико-математические методы и модели могут быть использованы для анализа покупки и продажи валюты, для прогнозов прибыльных циклов и принятия решений на валютном рынке. Повсеместно распространены информационные системы, разработанные на основе этих методов, например, автоматические торговые роботы в биржевой торговле [7] (*Lomakin, 2013*).

Чтобы защитить безопасность финансовых вложений в условиях информационной неопределенности, разработаны экономико-математические методы и модели для оценки инновационных проектов. Это стратегически ориентированный подход, который позволяет каждый проект оценить с применением современных информационных технологий. Роль риск-менеджмента и качественной оценки проекта становится еще более важной, так как инновационность развития является одним из основных приоритетов экономической программы России. Комплексные методы оценки инновационных проектов на основе таких параметров, как инновации, конкурентоспособность и чистая стоимость проекта, позволяют содействовать углубленной оценке инновационных проектов.

Экономико-математические методы и модели используются экспертными комиссиями венчурных фондов, институтов развития, а также другими потенциальными инвесторами, что дает возможность осмысленно оценивать инновационные проекты. В целом роль экономико-математических методов в оптимизации экономических решений в современном мире растет из-за увеличения неопределенности внешней среды как следствия глобализации, а также ввиду роста возможностей информационных систем для решения сложных задач оптимизации.

В данной статье рассмотрим практическое применение методов эконометрии. Это обусловлено тем, что для эконометрии более всего характерна работа со статистическими данными. В качестве исследуемого показателя было выбрано производство основных видов продукции в натуральном выражении за 2016 г. по месяцам (производство пищевых продуктов, мясо и субпродукты) [13].

Рассматриваемый ряд данных является временным, поэтому в качестве задач исследования поставим следующие пункты:

Построение коррелограммы и определение имеет ли ряд тенденцию и сезонные колебания.

Сглаживание ряда скользящей средней и расчет значения сезонной составляющей.

Построение уравнения тренда и формулирование выводов.

Осуществление прогноза с учетом выявленной сезонности.

Для построения коррелограммы и определения тенденции и сезонных колебаний используем исходные данные, представленные в таблице 1.

Таблица 1

**Исходные данные (на примере мяса и субпродуктов пищевых убойных животных, в тоннах)**

t	Мясо и субпродукты пищевые убойных животных, т
1	187902
2	193857,63
3	214444,52
4	215276,17
5	212891,53
6	214888,5
7	213421,01
8	214298,47
9	214739,16
10	227980,95
11	231733,06
12	250347,94

Источник: составлено автором по данным Федеральной службы государственной статистики

Поле корреляции будет иметь следующий вид (рис. 1).

Как видно из рисунка 1, динамика производства мяса и субпродуктов в 2016 г. имела тенденцию к увеличению и нашла отражение в линейной функции.

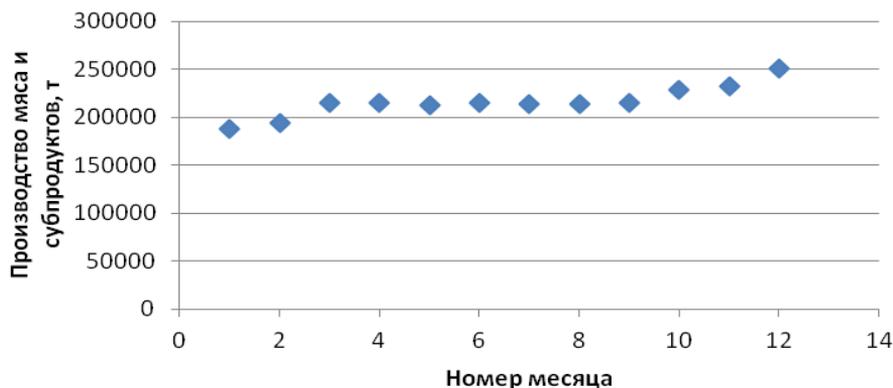


Рисунок 1. Поле корреляции

Источник: составлено автором

Важное значение в анализе временных рядов имеют стационарные временные ряды, вероятностные свойства которых не изменяются во времени. Стационарные временные ряды применяются, в частности, при описании случайных составляющих анализируемых рядов.

Для выяснения того, имеет ли исходный ряд сезонность, проведем расчет коэффициентов автокорреляции.

Расчет коэффициентов автокорреляции представлен ниже.

Вспомогательные расчеты для вычисления коэффициента автокорреляции первого порядка представлены в *таблице 2*.

Таблица 2

**Вспомогательные расчеты для вычисления коэффициента автокорреляции первого порядка**

t	yt	yt-1	yt-y1	y[t-1]-y2	(yt-y1)* *y[t-1]-y2)	(yt-y1)^2	(y[t-1]-y2)^2
1	187902	x	x	x	x	x	x
2	193857,63	187902	-41758,8	-24955,5	1,04E+09	1,74E+09	622779248,9
3	214444,52	193857,6	-21171,9	-18999,9	4,02E+08	4,48E+08	360996787,3
4	215276,17	214444,5	-20340,3	1586,975	-3,2E+07	4,14E+08	2518488,208
5	212891,53	215276,2	-22724,9	2418,625	-5,5E+07	5,16E+08	5849744,692
6	214888,5	212891,5	-20727,9	33,98455	-704430	4,3E+08	1154,94933
7	213421,01	214888,5	-22195,4	2030,955	-4,5E+07	4,93E+08	4124776,366
8	214298,47	213421	-21318	563,4645	-1,2E+07	4,54E+08	317492,294
9	214739,16	214298,5	-20877,3	1440,925	-3E+07	4,36E+08	2076263,546
10	227980,95	214739,2	-7635,5	1881,615	-1,4E+07	58300846	3540473,298
11	231733,06	227981	-3883,39	15123,4	-5,9E+07	15080711	228717365
12	250347,94	231733,1	14731,49	18875,51	2,78E+08	2,17E+08	356285049,4
Сумма	2591780,94	2341433	-187902	1,75E-10	1,47E+09	5,23E+09	1587206844
Среднее	215981,745	212857,5	x	x	x	x	x

*Источник:* составлено автором

Коэффициент автокорреляции первого порядка:

$$r_1 = \frac{1,47 * 10^9}{\sqrt{5,23 * 10^9 * 1587206844}} \approx 0,512.$$

Вспомогательные расчеты для вычисления коэффициента автокорреляции второго порядка представлены в *таблице 3*.

Коэффициент автокорреляции второго порядка:

$$r_2 = \frac{7,01 * 10^8}{\sqrt{1,59 * 10^{10} * 1195293290}} \approx 0,1608.$$

Таблица 3

**Вспомогательные расчеты для вычисления коэффициента автокорреляции  
второго порядка**

t	yt	yt-2	yt-y3	y(t-2)-y4	[yt-y3]* [y(t-2)-y4]	[yt-y3]^2	[y(t-2)-y4]^2
1	187902	x	x	x	x	x	x
2	193857,63	x	x	x	x	x	x
3	214444,52	187902	-44733,6	-23068	1,03E+09	2E+09	532132347,2
4	215276,17	193857,6	-43901,9	-17112,4	7,51E+08	1,93E+09	292833001,7
5	212891,53	214444,5	-46286,6	3474,526	-1,6E+08	2,14E+09	12072330,92
6	214888,5	215276,2	-44289,6	4306,176	-1,9E+08	1,96E+09	18543151,74
7	213421,01	212891,5	-45757,1	1921,536	-8,8E+07	2,09E+09	3692300,599
8	214298,47	214888,5	-44879,6	3918,506	-1,8E+08	2,01E+09	15354689,27
9	214739,16	213421	-44438,9	2451,016	-1,1E+08	1,97E+09	6007479,432
10	227980,95	214298,5	-31197,1	3328,476	-1E+08	9,73E+08	11078752,48
11	231733,06	214739,2	-27445	3769,166	-1E+08	7,53E+08	14206612,34
12	250347,94	227981	-8830,15	17010,96	-1,5E+08	77971620	289372624
Сумма	2591780,94	2109700	-381760	-2,9E-11	<u>7,01E+08</u>	<u>1,59E+10</u>	<u>1195293290</u>
Среднее	215981,745	210970	x	x	x	x	x

Источник: составлено автором

Вспомогательные расчеты для вычисления коэффициента автокорреляции третьего порядка представлены в таблице 4.

Таблица 4

**Вспомогательные расчеты для вычисления коэффициента автокорреляции  
третьего порядка**

t	yt	yt-3	yt-y5	y(t-3)-y6	[yt-y5]*[y(t-3)-y6]	[yt-y5]^2	[y(t-3)-y6]^2
1	187902	x	x	x	x	x	x
2	193857,63	x	x	x	x	x	x
3	214444,52	x	x	x	x	x	x
4	215276,17	187902	-72699,5	-21177,9	1,54E+09	5,29E+09	448502930,7
5	212891,53	193857,6	-75084,1	-15222,3	1,14E+09	5,64E+09	231717131,9
6	214888,5	214444,5	-73087,2	5364,632	-3,9E+08	5,34E+09	28779278,88
7	213421,01	215276,2	-74554,7	6196,282	-4,6E+08	5,56E+09	38393913,38
8	214298,47	212891,5	-73677,2	3811,642	-2,8E+08	5,43E+09	14528616,43
9	214739,16	214888,5	-73236,5	5808,612	-4,3E+08	5,36E+09	33739975,95
10	227980,95	213421	-59994,7	4341,122	-2,6E+08	3,6E+09	18845342,15
11	231733,06	214298,5	-56242,6	5218,582	-2,9E+08	3,16E+09	27233600,41
12	250347,94	214739,2	-37627,7	5659,272	-2,1E+08	1,42E+09	32027362,09
Сумма	2591780,94	1881719	-596204	1,16E-10	<u>3,55E+08</u>	<u>4,08E+10</u>	<u>873768151,9</u>
Среднее	215981,745	209079,9	x	x	x	x	x

Источник: составлено автором

Коэффициент автокорреляции третьего порядка:

$$r_3 = \frac{3,55 * 10^8}{\sqrt{4,08 * 10^{10} * 873768151,9}} \approx 0,059$$

Таким образом, следует сделать вывод, что наиболее высоким оказался коэффициент автокорреляции первого порядка, поэтому исходный ряд содержит только тенденцию.

Построим мультипликативную модель временного ряда.

Уравнение линейного тренда имеет вид:  $T = 190467,9 + 3925,201 * t$  (расчеты производились при помощи инструмента MS Excel «Анализ данных» – «Регрессия»).

Исходные и аналитические значения исследуемого показателя представлены в таблице 5.

Таблица 5.

**Исходные и аналитические значения исследуемого показателя**

t	Мясо и субпродукты пищевые убойных животных, т	Y^
1	187902	194393,1
2	193857,63	198318,3
3	214444,52	202243,5
4	215276,17	206168,7
5	212891,53	210093,91
6	214888,5	214019,11
7	213421,01	217944,31
8	214298,47	221869,51
9	214739,16	225794,71
10	227980,95	229719,91
11	231733,06	233645,11
12	250347,94	237570,31

Источник: составлено автором

Как видно из рисунка 2, график достаточно точно повторяет исходную динамику показателя производства мяса и субпродуктов. Коэффициент детерминации равен 0,766 и свидетельствует о том, что временной фактор на 76,6% оказывает влияние на производство мяса и субпродуктов.

## Заключение

Многие экономисты утверждают, что математические модели признаны в обеспечении рационального подхода к решению многих проблем при принятии решений, распределении и прогнозировании. Главным фактором развития второй четверти XX – начала XXI века в области экономики стала математизация экономики. Теория микроэкономики и макроэкономики, международная торговля, экономическое раз-

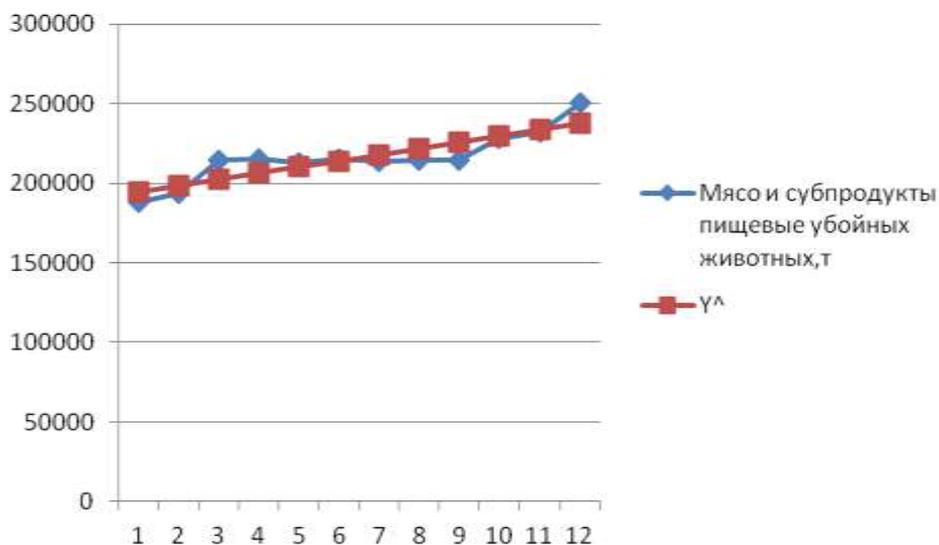


Рисунок 2. Исходные и выровненные данные  
Источник: составлено автором

витие, государственные финансы и все другие отрасли экономики были фактически преобразованы в ряд уравнений. Экономико-математические методы оптимизации экономических решений в большинстве прикладных областей экономики доведены до практической реализации в виде программных средств. Это надежные инструменты, которые будут использоваться при решении задач бизнес-прогнозирования, оценки и управления развитием экономических процессов и систем.

## ИСТОЧНИКИ:

1. Андерсон Т. Статистический анализ временных рядов. – Москва : Мир, 1976.
2. Воронцовский А.В., Дмитриев А.Л. Моделирование экономического роста с учетом неопределенности макроэкономических факторов: исторический обзор, проблемы и перспективы развития // Вестник Санкт-петербургского университета. Экономика, 2014. – № 2.
3. Давнис В.В., Тинякова В.И., Мокшина С.И., Воищева О.С., Щекунских С.С. Эконометрика сложных экономических процессов. – Воронеж: ВГУ, 2004.
4. Дзанкисова И.Х. Бюджетирование и его ориентированность на результат // Экономический вестник Ростовского государственного университета, 2008. – №№ 2–3.
5. Канторович Г.Г. Анализ временных рядов // Экономический журнал, 2002. – № 1.

6. Кривцова Н.И., Мойзес О.Е. Дополнительные главы математики. Статистический анализ. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015.
7. Ломакин Н.И. Биржевые торговые роботы в условиях информационного общества // Концепт, 2013. – № 5.
8. Мельников В.И. Применение теории нечетких множеств в анализе рисков инвестиционных проектов // Этап: экономическая теория, анализ, практика, 2010. – № 3. – url: <http://file:///C:/Users/Yurii/Downloads/primenenie-teorii-nechetkih-mnozhestv-v-analize-riskov-investitsionnyh-proektov.pdf>.
9. Серков Л.А. Самоорганизация ожиданий как фактор саморазвития экономических систем // Известия Уральского государственного экономического университета, 2014. – № 4(54).
10. Суслов В.И., Ибрагимов Н.М., Талышева Л.П., Цыплаков А.А. Эконометрия. – Новосибирск: СО РАН, 2005.
11. Тетерина О.В. Зарубежный опыт внедрения бюджетирования, ориентированного на результат // Известия Байкальского государственного университета, 2012. – № 3.
12. Елисеева И.И. Эконометрика. – Москва: Финансы и статистика, 2001.
13. Производство основных видов продукции в натуральном выражении за 2016 г. по месяцам (производство пищевых продуктов, мясо и субпродукты). Федеральная служба государственной статистики. [Электронный ресурс]. URL: [http://www.gks.ru/free\\_doc/new\\_site/business/prom/natura/mes10.htm](http://www.gks.ru/free_doc/new_site/business/prom/natura/mes10.htm).

## REFERENCES:

- Anderson T. (1976). *Statisticheskiiy analiz vremennykh ryadov* [Statistical analysis of time series] Moscow: Mir. (in Russian).
- Davnis V.V., Tinyakova V.I., Mokshina S.I., Voischeva O.S., Schekunskikh S.S. (2004). *Ekonometrika slozhnykh ekonomicheskikh protsessov* [Econometrics of complex economic processes] Voronezh: VGU. (in Russian).
- Dzankisova I.Kh. (2008). *Byudzhetrovanie i ego orientirovannost na rezultat* [Budgeting and its results-oriented approach]. *Terra Economicus*. 6 (2–3). (in Russian).
- Eliseeva I.I. (2001). *Ekonometrika* [Econometrics] Moscow: Finansy i statistika. (in Russian).
- Kantorovich G.G. (2002). *Analiz vremennykh ryadov* [Time series analysis]. *Economic Journal*. (1). (in Russian).
- Krivtsova N.I., Moyzes O.E. (2015). *Dopolnitelnye glavy matematiki. Statisticheskiiy analiz* [Additional chapters of mathematics. Statistical analysis] Tomsk: Izd-vo Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. (in Russian).
- Lomakin N.I. (2013). *Birzhevye torgovyie roboty v usloviyakh informatsionnogo obschestva* [Stock exchange trading robots in the information society]. *Kontsept*. (5). (in Russian).

- Melnikov V.I. (2010). Primenenie teorii nechetkikh mnozhestv v analize riskov investitsionnyh projektov [Using the fuzzy sets theory in risks analysis of capital spending project]. *Применение теории нечетких множеств в анализе рисков инвестиционных проектов*. (3). (in Russian).
- Serkov L.A. (2014). Samoorganizatsiya ozhidaniy kak faktor samorazvitiya ekonomicheskikh sistem [Self-Organization of Expectations as a Factor in Self-Development of Economic Systems]. *Journal of the Ural State University of Economics*. (4(54)). (in Russian).
- Suslov V.I., Ibragimov N.M., Talysheva L.P., Tsyplakov A.A. (2005). *Ekonometriya* [Econometrics]Novosibirsk: SO RAN. (in Russian).
- Teterina O.V. (2012). Zarubezhnyy opyt vnedreniya byudzhetrovaniya, orientirovannogo na rezultat [Foreign experience in implementation of results-based budgeting]. *Bulletin of Baikal State University*. (3). (in Russian).
- Vorontsovskiy A.V., Dmitriev A.L. (2014). Modelirovanie ekonomicheskogo rosta s uchedom neopredelennosti makroekonomicheskikh faktorov: istoricheskiy obzor, problemy i perspektivy razvitiya [Economic growth modeling under uncertainty of macroeconomic factors: history review, problems and prospects]. *Vestnik sankt-peterburgskogo universiteta. ekonomika*. (2). (in Russian).