

Математическое моделирование в производственно-технологической сфере

С. Я. Алиев

Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации (Финуниверситет), Financial University
samiraliev@gmail.com

Аннотация. При помощи математического моделирования строятся различные модели, описывающие различные ситуации, включающие в себя данные о конкретном предприятии. Построение и использование этих моделей способствует принятию важных управленческих решений в различных сферах, в частности – в бизнесе. Все задачи имеют многовариантные решения, которые могут быть найдены с помощью составления и построения математических моделей. Математическое моделирование в настоящее время является основой принятия управленческих решений в современном бизнесе, в данной статье на примере компании ООО «Технопрогресс» наглядно представлено теоретическое, а также практическое доказательство того, что математическое моделирование помогает успешно решить и ответить на вышеупомянутые вопросы.

Ключевые слова: метод; экономическая модель; экономика; экономические процессы

I. ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время предпринимательство в России активно развивается. И в условиях такой тенденции у предпринимателей часто возникают вопросы: «Как увеличить прибыль?», «Какие инструменты использовать?», «Как получить выигрышную позицию в сравнении с конкурентами?». В последнее время всё чаще для решения этих проблем используются математические модели. И появляются уже другие вопросы: «Как правильно строить математические модели», «Как их использовать?», «Как с их помощью можно получить конкурентное преимущество?». Математическое моделирование в настоящее время является основой принятия управленческих решений в современном бизнесе, в данной статье на примере компании ООО «Технопрогресс» наглядно представлено теоретическое, а также практическое доказательство того, что математическое моделирование помогает успешно решить и ответить на вышеупомянутые вопросы.

II. МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ИНСТРУМЕНТАРИЙ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ КОМПАНИИ ООО «ТЕХНОПРОГРЕСС»

Данный инструментарий (экономико-математические модели и методы – ЭМММ) представляет собой логический системный подход к решению проблемы управления. Менеджер не прямо применяет полученный результат как решение, а сравнивает его со своими

оценками и прогнозами. Если менеджер не использует результаты ЭМММ, то это означает, что они не могут быть реализованы. Если это так, то необходимо ввести дополнительные ресурсы или усилия при решении проблемы, конструировании модели и ее решении. Результаты моделирования и решения основываются на оригинальной модели, которая в процессе испытания в различных условиях, а также будущих решений менеджера, может быть изменена.

На практике в менеджменте наибольшее значение придается следующим моделям:

- сетевым;
- имитационным;
- теории очередей (задачам массового обслуживания);
- линейному программированию;
- графам (деревьям) решений;
- анализу замещения;
- интегральному программированию.

Математические модели используются при решении разного типа задач. Рассмотрим несколько примеров их использования в реальной деятельности компании ООО «Технопрогресс». Первое, что стоит отметить, изучают издержки фирмы на простейших математических моделях, которые строятся на линейной зависимости всех издержек от постоянных и переменных. В данном случае рассматривается таблица, которую предлагается заполнить, используя простые формулы.

ТАБЛИЦА I Исходные данные

Q	AFC	AVC	VC	AC	MC	TC
1					20	
2				79		
3			54			
4		17				
5	24					200

$TC=VC+FC$, $AFC=FC/Q$, $AVC=VC/Q$, $AC=TC/Q$,
 $MC=(TC)'$

ТАБЛИЦА II РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ

Q	AFC	AVC	VC	AC	MC	TC
1	120	18	18	138	20	138
2	60	19	38	79	16	158
3	40	18	54	58	14	174
4	30	17	68	47	12	188
5	24	16	80	40	-	200

В результате человек, решающий данную задачу получает показатели, которые может иметь фирма, и в дальнейшем использовать их для определения оптимального выпуска и цены в различных рыночных условиях.

После того, как изучается взаимосвязь издержек, решается задача на определение оптимума фирмы. В бизнесе более вероятны ситуации, когда математическая модель может стать ключом к решению поставленной задачи, в частности, при определении антикризисной стратегии или способе осуществления конкурентной борьбы. Например, когда происходит «ценовая война». Фирмы или группа фирм устанавливают заниженные цены и работают в убыток для того, чтобы освободить пространство на рынке. Здесь модель чётко покажет, сколько может работать фирма в условиях такой борьбы, и даст прогноз, сколько смогут продержаться конкуренты.

III. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ИНСТРУМЕНТАРИЯ В ФИНАНСОВОЙ СФЕРЕ КОМПАНИИ ООО «ТЕХНОПРОГРЕСС»

Математический инструментарий активно используется в финансовой сфере компании ООО «Технопрогресс». Для определения доходности компаний и инвестиционных портфелей в зависимости от различных факторов используются такие коэффициенты, как Альфа, Бета, Шарпа, Сортино и Трейнора. ООО «Технопрогресс» необходимо знать, насколько доходным будет тот или иной портфель. Кратко остановимся на этих ключевых показателях, используемых в работе компании.

Коэффициент альфа – параметр, с помощью которого можно точно оценить эффективность управления капиталом при учете рисков. Коэффициент альфа отображает, насколько результаты работы на рынке зависят от качества торговой системы, а не от рыночных колебаний. Бета-коэффициент – показатель, рассчитываемый для портфеля ценных бумаг. Является мерой рыночного риска, отражая изменчивость доходности портфеля по отношению к доходности другого портфеля, в роли которого часто выступает среднерыночный портфель. Коэффициент Шарпа — показатель эффективности инвестиционного портфеля (актива), который вычисляется как отношение средней премии за риск к среднему отклонению портфеля. Другими словами, этот коэффициент показывает связь доходности портфеля и его волатильности. Коэффициент Сортино – представляет собой показатель, обуславливающий связь между изменчивостью портфеля и доходностью. Отличается он от коэффициента Шарпа тем, что при его расчёте используется так называемая «волатильность вниз». В этом случае волатильность рассчитывается по доходностям ниже минимального

допустимого уровня доходности портфеля (MAR). Коэффициент Трейнора – отношение средней доходности, превышающей безрисковую процентную ставку, к систематическому риску β .

Данные показатели являются базовым инструментарием при определении доходности портфеля компании ООО «Технопрогресс». Само собой, каждый из них представляет собой математическую формулу с чётко определёнными переменными. С другой стороны, практически каждый из них имеет определённые ограничения, которые объясняют неточности всей модели в целом. Построение моделей помогает решить многие проблемы в бизнесе, если их рационально использовать в сочетании с другими математическими методами. Тем не менее, нужно всегда учитывать экономическую составляющую и понимать сущность экономических процессов. Из вышесказанного следует, что работать модели могут как в определённом конкретном случае, так и при решении общих задач, стоящих перед компанией.

Под применением экономико-математических моделей подразумевается не просто выполнение разнообразных экономических расчетов, а использование математики в целях нахождения наиболее выгодных и удачных экономических решений, а также изучения экономических зависимостей и закономерностей, получения новых теоретических выводов.

Синтез инновационных экономических и математических знаний даёт новые возможности в сфере экономического анализа.

Рассмотрим содержание процесса экономико-математического моделирования поэтапно. Обычно выделяют шесть основных этапов:

1. определение и постановка экономической проблемы, ее рассмотрение и тщательный анализ
2. построение математической модели;
3. математический анализ построенной модели;
4. подготовка исходной информационной базы;
5. решение поставленной задачи в числах;
6. анализ, обработка и рассмотрение возможных вариантов применения полученных числовых результатов.

IV. ПРИМЕР ПРИМЕНЕНИЯ ПРОСТЕЙШЕЙ ДВУХПРОДУКТОВОЙ БАЛАНСОВОЙ ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ООО «ТЕХНОПРОГРЕСС»

Пусть производится два товара, один – в количестве x_1 и другой – в количестве x_2 (измеряются в одинаковых единицах). На производство первого товара тратится 0,1 общего выпуска этого же товара и 0,15 единиц второго товара. Кроме того, 3300 единиц первого товара производится на другие нужды. На производство единицы второго товара затрачивается 0,2 единицы первого товара и 0,05 единиц второго товара. Кроме того, 6600 единиц второго товара производится на другие нужды. **Задача:**

определить требуемые объемы производства одного и второго товара (m_1 и m_2)

Двухпродуктовая балансовая модель выглядит следующим образом:

$$\begin{aligned} m_1 &= b_{11}m_1 + b_{12}m_2 + m_{1v} \\ m_2 &= b_{21}m_1 + b_{22}m_2 + m_{2v} \end{aligned}$$

m_1 – объем производства первого товара; m_2 – объем производства второго товара; b_{11} – доля первого товара, затрачиваемая на его же производство; b_{12} – доля первого товара, затрачиваемая на производство второго; b_{21} – доля второго товара, затрачиваемая на производство первого; b_{22} – доля второго товара, затрачиваемая на его же производство; m_{1v} – объем производства первого товара на другие нужды; m_{2v} – объем производства второго товара на другие нужды.

Приводимая простейшая балансовая модель представляет систему двух линейных уравнений относительно неизвестных m_1 и m_2 .

Согласно условиям задачи: $b_{11}=0,1$; $b_{12}=0,15$; $b_{21}=0,2$; $b_{22}=0,05$; $m_{1v}=3300$; $m_{2v}=6600$.

В итоге приходим к системе уравнений баланса:

$$\begin{aligned} m_1 &= 0,1m_1 + 0,15m_2 + 3300 \\ m_2 &= 0,2m_1 + 0,05m_2 + 6600 \end{aligned}$$

Решаем систему, находим искомые объемы производства: $m_1 = 5000$ единиц; $m_2 = 8000$ единиц. Исходную модель можно использовать для поиска любых элементов системы при заданных значениях других величин, включенных в систему.

V. ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ НА ПРИМЕРЕ ЗАДАЧИ ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВА ООО «ТЕХНОПРОГРЕСС»

ТАБЛИЦА III Данные задачи по планированию производства

Виды сырья	Запасы сырья	Количество единиц сырья, затрачиваемых на изготовление единицы продукции	
		P1	P2
S1	b1	a11	a12
S2	b2	a21	a22
S3	b3	a31	a32
Прибыль от единицы продукции (в руб.)		c1	c2

Для изготовления двух видов продуктов P1 и P2 используют три вида сырья: S1, S2 и S3. В таблице ниже представлены запасы сырья, количество единиц сырья, затрачиваемых на изготовление единицы продукции и величина прибыли, получаемая от единицы продукции.

Задача: составить план выпуска продукции, чтобы получать максимально возможную прибыль при реализации.

Далее переходим к составлению **экономико-математической модели** задачи.

Пусть x_1 , x_2 – количество единиц продукции P1 и P2 соответственно, запланированных к производству. Тогда учитывая количество единиц сырья, которые затрачиваются на изготовление единицы продукции, а также запасы сырья получают систему неравенств.

Суммарная прибыль $F(x)$ составит c_1x_1 руб. от реализации продукции P1 и c_2x_2 руб. – от реализации продукции P2, т.е.

$$F(x) = c_1x_1 + c_2x_2$$

Итого получаем экономико-математическую модель задачи: найти такой план выпуска продукции $X=(x_1, x_2)$, удовлетворяющий системе неравенств и условию $x_1 \geq 0$; $x_2 \geq 0$, при котором функция $F(x)$ будет принимать максимальное значение.

Задачу легко обобщить, если будет выпускаться n видов продукции с использованием m видов сырья.

VI. АКТУАЛЬНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Экономико-математическое моделирование в настоящее время является неотъемлемой частью любого исследования в области экономики. Активное развитие математического анализа, исследования и анализа операций, теории вероятностей и математической статистики повлияло на развитие формирования разнообразных моделей экономики.

В течение последних 30–40 лет методы моделирования в экономике разрабатывались особенно прогрессивно. В основном создание и развитие этих методов было предназначено для достижения теоретических целей экономического анализа и для реализации практических целей структурного планирования, прогноза и управления.

Объединяя в себе основные процессы, экономические модели по содержанию включают в себя: производство, планирование, управление, финансы и т.д. Однако в каждой из соответствующих моделей упор всегда делается на какой-нибудь один процесс, в то время как все остальные включены туда в сокращенном упрощенном виде.

Применение экономико-математических моделей в настоящее время является очень актуальным при решении экономических задач. Тему делает актуальным то, что применение математических методов существенно увеличивает и преумножает возможности экономического анализа, позволяет определить новые постановки экономических задач, повышает выгоду принимаемых управленческих решений.

Экономические задачи, которые решаются в процессе этапа финансового анализа, планирования, проектирования и напрямую направлены на определение искомых неизвестных величин на основе известных входных данных, не всегда удается свести лишь к расчетам, в отличие от математических задач. Решение экономических задач сопровождается поиском необходимых недостающих данных, экспертным

обсуждением и оцениванием, принятием дополнительных решений.

Актуальность применения экономико-математических моделей также подтверждается тем, что они используются не только в рамках производства и с точки зрения глобальной экономики, но и всеми нами в повседневной жизни. Кроме того, каждый человек старается максимально выгодно для себя использовать имеющуюся у него «информационную базу», качественно спланировать свои действия, иначе: смоделировать своё поведение. Простой пример: модель планирования и распределения семейного бюджета.

Экономико-математические методы тесно взаимодействуют и напрямую связаны с инновационной сферой, и, разумеется, применимы не только для отдельных индивидов, но и для общества в целом.

В экономической и управленческой сфере деятельности экономико-математические методы являются одним из важнейших «помощников», позволяющих принимать верные, выгодные разумные решения.

Впрочем, далеко не во всех случаях данные, полученные на выходе из экономико-математических моделей, могут использоваться непосредственно как готовые управленческие решения. Чаще всего они лишь являются вспомогательными, консультирующими средствами, принятие же непосредственно управленческих решений остается за человеком. Экономические и социально-экономические процессы очень сложны. Экономико-математические модели являются лишь вспомогательными элементами в сложном процессе взаимодействия вычислительных машин и человека, планирования и управления.

Применение экономико-математических методов в различных областях однозначно можно считать эффективным потому, что экономические объекты, как микро, так и макро- уровни можно рассматривать с точки зрения системного подхода. Кроме того, присутствие таких характеристик поведения экономических систем, как: динамичность, противоречивость и неоднозначность поведения, тенденция к ухудшению, подверженность воздействию внешних факторов предопределяет выбор метода их исследования.

В современном бизнесе всё чаще используются математические средства для определения оптимальной стратегии поведения фирмы. Моделирование может использоваться во многих целях, например: определение антикризисной стратегии – математически определяется поведение фирмы в резко меняющихся условиях, причём не только при резком или затяжном спаде, но и на подъёме экономической конъюнктуры; конкурентирование с другими фирмами – высчитывается оптимальная стратегия взаимодействия с конкурентами на рынке; расширение производства на своём рынке – этот процесс необходимо планировать и моделировать так же точно, как

предыдущие, так как при принятии управленческих решений в этом случае существует риск не просто провалить поставленную задачу, но и принести огромные убытки фирме; по аналогии – сокращение производства; выход на рынки других продуктов или на международную торговлю – при принятии такого решения фирма должна быть уверена, что это не будет стоить больше, чем может принести, для чего и будет строиться множество математических моделей для прогнозирования последствий осуществления таких задач.

В настоящее время идет поиск новых математических понятий и методов, которые будут полезны для построения и исследования, как единичных моделей, так и их систем. Системы представляют собой сложные комплексы с переменной структурой, изменчивым характером, содержащие недостаточную и не полностью формализованную информацию. Все это делает математико-статистическое моделирование, машинную имитацию всё более влиятельными и используемыми разделами математики в современной экономике.

Изучение математических дисциплин и методов, которые составляют основу современного аппарата моделирования в экономике, позволит специалистам в будущем сформировать необходимые составляющие мышления – уровень, кругозор и культуру, которые понадобятся профессионала своего дела, как для успешной работы, так и для совершенствования знаний и повышения своей квалификации. Обосновано, что применение экономико-математических методов позволяет значительно повысить качество и выгоду принимаемых решений.

Научный руководитель публикации: к.э.н., доц. Звягин Леонид Сергеевич, Финансовый университет при Правительстве РФ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Баканов М.И., Мельник М.В., Шерemet А.Д. Теория экономического анализа. М.: Финансы и статистика, 2005, 354 с.
- [2] Годин В.В. Информационное обеспечение управленческой деятельности / В.В. Годин, И.К. Корнеев. М.: Мастерство, Высшая школа, 2001, 256 с.
- [3] Звягин Л.С. Современные проблемы динамики социально-экономических систем в фокусе производственных отношений и управляющего развития // Теоретическая экономика. 2018. № 4 (46). С. 76-81.
- [4] Звягин Л. С. Вероятностные методы в обработке информации как основа развития информационной среды // Мягкие измерения и вычисления. 2018. № 3. С. 64-75.
- [5] Звягин Л.С. Мягкие измерения как основа инновационного развития вычислительных методов // Мягкие измерения и вычисления. 2018. № 11. С. 14-19.
- [6] Лисичкин В.А. Теория и практика прогнозтики. М.: Наука, 1972, 353 с.
- [7] Менеджмент: учебник / Э.М. Коротков. М.: Издательство Юрайт, 2010, 640 с.