

О.И. Бабина  
Л.И. Мошкович

# ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПЛАНИРОВАНИЯ НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Монография

Институт управления бизнес-процессами  
и экономики



СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
SIBERIAN FEDERAL UNIVERSITY

**Леонид Иосифович Мошкович**  
**Ольга Ивановна Бабина**

# **Имитационное моделирование процессов планирования на промышленном предприятии**

*[http://www.litres.ru/pages/biblio\\_book/?art=40129810](http://www.litres.ru/pages/biblio_book/?art=40129810)*

*Имитационное моделирование процессов планирования на  
промышленном предприятии Монография:  
ISBN 978-5-7638-3082-8*

## **Аннотация**

Рассмотрены различные методические подходы к разработке и построению имитационных моделей для промышленного предприятия, изложены результаты апробации разработанной методики на примере промышленного предприятия по производству бетона ООО «Бетон-М». Предназначена научным работникам, преподавателям, аспирантам и студентам экономических вузов, а также специалистам по имитационному моделированию.

# Содержание

Введение	4
Глава 1	8
1.1. Промышленное предприятие как организационно-производственная система	10
1.2. Обзор существующих методов планирования на промышленном предприятии	18
1.3. Развитие имитационного моделирования в России и за рубежом	27
Конец ознакомительного фрагмента.	28

**О.И. Бабина,  
Л.И. Мошкович  
Имитационное  
моделирование  
процессов планирования  
на промышленном  
предприятии Монография  
Введение**

Современная экономическая ситуация в большинстве стран характеризуется высоким уровнем динамики, плохой предсказуемостью, нестабильностью и неопределенностью развития внешних условий. Постоянно усиливающаяся конкуренция требует от предприятий быстрого реагирования на изменения, происходящие как во внешней среде, так и внутри самих предприятий [1, 18]. Своевременное принятие правильных решений при изменении экономической ситуации выступает одним из главных условий эффективного управ-

ления промышленным предприятием [4].

К управлению предъявляются все более высокие требования, что связано с усложнением и совершенствованием технологических процессов, вследствие чего подготовка и принятие самих управленческих решений становится все более трудной задачей. Наблюдается возрастание числа рассматриваемых альтернатив, эффективный анализ которых невозможен без компьютерной поддержки принятия решений [5].

Все это приводит к необходимости расширения области использования моделей, относящихся к классу имитационных. Метод имитационного моделирования – один из самых точных и достоверных при анализе процессов планирования на промышленном предприятии, так как при создании модели он позволяет в максимальной степени учесть условия функционирования реального производства, т.е. обеспечить требуемый уровень адекватности модели, отображающей конкретный объект исследования. При применении данного метода появляются новые возможности для совершенствования процессов принятия решений, улучшения экономических показателей предприятия и уменьшения рисков управленческих решений.

В настоящее время зарубежными и отечественными исследователями достаточно полно сформулированы теоретико-методологические основы имитационного моделирования. Метод имитационного моделирования развивался в работах отечественных авторов, среди которых следует отме-

тить К.А. Багриновского, В.Н. Бусленко, Е.М. Кудрявцева, М.В. Грачеву, А.А. Емельянова, В.П. Кирлицу, Н.Б. Кобелева, Н.Н. Лычкину, В.И. Малюгина, Ю.Н. Павловского, С.Б. Перминова, И.М. Соболя, Ю.С. Харина, А.В. Борщева, С.А. Власова, О.А. Савина, В.В. Девяткова, Ю.Г. Карпова, Ю.И. Рыжикова, Б.Я. Советова, С.А. Родионова, И.В. Горошко, С.А. Аристова, Е.Б. Цоя, В.М. Ефимова, В.Ф. Комарова, Н.В. Чепурных, А.Л. Новоселова, В.И. Дудорина, В.Г. Соколова, В.А. Смирнова, Р.В. Игудина, Д.М. Хомякова, П.М. Хомякова, С.А. Яковлева, В.Л. Конюха, В.Н. Томашевского, Б. Гнеденко, Ю.А. Ивашкина, В.С. Иозайтиса, М.В. Савранскую, Д.А. Горшкова, Д.В. Ермошина, Н.А. Саломатина, Д.М. Пугачева, Г.В. Беляева, В.Ф. Петроченко, С.В. Терентьеву, Е.В. Прошлякова, И.Г. Пospelова, А.М. Шейна, Ю.И. Толуева и мн. др.

Среди иностранных специалистов данную проблематику исследовали П. Джекел, С. Бир, Дж. Касселл, Дж. Клейнен, Дж. Стерман, Дж. Нейман, С. Улам, Н. Метрополис, Т.Н. Нейлор, К.П. Роберт, Дж.Д. Морекрофт, Дж.С. Фишман, Дж.М. Хеммерсли, Д.С. Хэндскомб, Р. Шеннон, Дж.В. Форрестер, В. Кельтон, Р.А. Лоу, Дж. Бэнкс, Т.Дж. Шрайбер и др.

Вместе с тем, несмотря на серьезную проработку проблем применения метода имитационного моделирования в экономике, многие вопросы, касающиеся методики разработки имитационных моделей для поддержки процессов планиро-

вания на промышленном предприятии, требуют разрешения и, как следствие, проведения дополнительного анализа.

# **Глава 1**

## **Анализ инструментов и методов планирования на промышленном предприятии**

В главе обозначен круг проблем, который связан с процессами планирования на промышленном предприятии. Приведен обзор различных методов и инструментов для анализа процессов планирования на промышленном предприятии с целью выявления их достоинств и недостатков и выявлена необходимость применения метода имитационного моделирования для решения задач планирования на промышленном предприятии.

Анализируется текущее развитие метода имитационного моделирования в России и за рубежом и выявляются основные направления будущего развития метода в целом. Уточняется определение понятия имитационного моделирования промышленного предприятия, исследуются основные парадигмы (дискретно-событийное моделирование, системная динамика, агентное моделирование, динамические системы и метод Монте-Карло) и пакеты имитационного моделирования, применяемые для разработки имитационных моделей, проведения экспериментов с моделями, обработ-



ки и визуализации результатов экспериментов. Выделяются основные сферы деятельности промышленного предприятия, для которых может быть применен метод имитационного моделирования. Дается вариант классификации имитационных моделей для промышленного предприятия.

# **1.1. Промышленное предприятие как организационно- производственная система**

В работе примем следующее определение предприятия: «предприятие – самостоятельный, организационно-обособленный хозяйствующий субъект с правами юридического лица, который производит и сбывает товары, выполняет работы, оказывает услуги» [54, 149, 150].

Предприятие выполняет определенные экономические и социальные функции. Функции предприятия конкретизируются и уточняются в зависимости от размера предприятия, формы собственности, отраслевой принадлежности, наличия коммерческой и социальной инфраструктуры. Интересами любого предприятия являются те функции и операции, которые необходимы для производства продукции. В частности, предприятие включает такие функции и операции, как приобретение производства, маркетинг, финансы, инженерия и научные исследования. К основным функциям предприятия можно отнести следующие:

- 1) материально-техническое обеспечение производственного процесса на предприятии;
- 2) управление и организация труда персонала на предприятии;

- 3) изготовление продукции;
- 4) продажа и поставка продукции потребителю;
- 5) повышение качества продукции;
- 6) снижение издержек и рост объема производства на предприятии;
- 7) уплата налогов, внесение обязательных и добровольных взносов и осуществление платежей в бюджет;
- 8) соблюдение действующих стандартов, нормативов.

Основным показателем, характеризующим деятельность любого промышленного предприятия, является объем выпущенной и реализованной продукции, определяющий его размер. В свою очередь, качество производимой продукции и ее разнообразие наряду с ценовыми параметрами определяют устойчивость предприятия на рынке товаров и услуг.

Производство – центральное ядро предприятия, организованное на основе рационального сочетания средств, предметов труда и самого труда для реализации производственного процесса по изготовлению изделий [122]. Под производственным процессом на промышленном предприятии понимается совокупность трудовых процессов, конечным результатом которых служит завершенная продукция. Составляющие производственных процессов и их взаимосвязи характеризуются определенной структурой. Все производственные процессы состоят из стадий и определенных технологических операций. По времени протекания производственные процессы делятся на прерывные (дискретные),

непрерывные и импульсивные (обладают свойствами непрерывности и дискретности одновременно) [149].

Производственный процесс делится на основное, вспомогательное и побочное производства. К основному производству относят те процессы, результатом которых является изготовление продукции, а к вспомогательным – процессы, с помощью которых создаются полуфабрикаты для основного производства. Процессы побочного производства необходимы для переработки отходов основного производства или их утилизации.

По назначению производственные процессы делятся, таким образом, на:

- технологические, обеспечивающие качественные изменения предметов труда, их состояние, форму и свойства, а также внешний вид;
- обслуживающие, поддерживающие нормальные условия для работы машин (чистка, смазка и уборка рабочего места);
- транспортные, изменяющие расположение предметов труда в пространстве;
- контрольные, поддерживающие правильное выполнение технологических операций, соблюдение необходимых режимов работы (контроль и регулирование процесса).

Под организацией производственного процесса понимают различные методы сочетания его элементов в пространстве и во времени с целью достижения эффективного использования. Основными принципами в организации производствен-

ного процесса признаны непрерывность, надежность, экологичность, модульность, гибкость, автоматичность, параллельность и ритмичность. Организация основного производства будет рациональной только в том случае, если обеспечивается действие всех принципов в совокупности [122].

Одним из подходов к исследованию проблем организации производства является системная концепция. Напомним, что под системой (греч. *systema* – целое, составленное из частей; соединение) понимают множество элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом, а также образующих определенную целостность и единство [89]. Концепция – это система взглядов на какое-либо явление или деятельность. Основным принципом системной концепции служит признание понятия системы при исследовании и организации деятельности предприятия.

Под структурой предприятия понимается упорядоченная совокупность взаимосвязанных элементов, находящихся между собой в устойчивых отношениях, обеспечивающих их функционирование и развитие как единого целого. Так как предприятие – это сложная система, то внутри него в зависимости от целей можно выделить несколько взаимодействующих между собой структур [30]. Рациональное построение его структур (производственной и организационной) выступает необходимым условием успешной деятельности предприятия.

Под производственной структурой понимается состав и

взаимосвязь образующих его цехов, участков и служб в процессе производства продукции. Производственная структура оказывает влияние на важнейшие экономические показатели предприятия: качество продукции, рост производительности труда, величину издержек производства и эффективность использования ресурсов. На производственную структуру предприятия оказывают влияние ряд факторов: отраслевая принадлежность, характер продукции и методы ее изготовления, объем выпуска продукции и ее трудоемкость, уровень специализации и кооперирования производства [54].

Под организационной структурой предприятия понимают состав, соподчиненность, взаимодействие и распределение работ по подразделениям и органам управления, между которыми устанавливаются определенные отношения по поводу реализации властных полномочий, потоков команд и информации. Организационная структура постоянно совершенствуется в соответствии с изменившимися условиями [41]. Различают несколько типов организационных структур: линейные, функциональные, матричные, линейно-функциональные, дивизиональные и адаптивные, а также проектные.

В теории организации производства в качестве объекта изучения выбирают производственную систему. Производственная система – это совокупность множества элементов и подсистем, предназначенная для реализации целей изготов-

ления и выпуска промышленной продукции или других видов материальных благ.

Существуют различные классификационные признаки элементов производственной системы. При классификации элементов по содержанию выделяются: коллективы людей, оборудование, материалы, энергия и информация. Существует классификация элементов с учетом процессов и структуры. В этом случае могут быть выделены службы, цеха и участки.

Промышленное предприятие как производственная система представляет собой способ организации производственных процессов, таких как управление закупками, организация рабочих операций, управление материальными потоками на производстве, обслуживание оборудования, управление качеством и т.д. [121]. Она охватывает все стадии производственной и сбытовой деятельности, определяет качество продукции и издержки производства, является одним из факторов конкурентоспособности предприятия.

Производственная система обладает рядом свойств:

- является открытой системой, так как она обменивается с внешней средой ресурсами, энергией и информацией;
- обладает свойством целенаправленности, так как ориентирована на цели;
- является сложной системой, так как включает в себя множество элементов и их связей;
- обладает свойством адаптивности, так как способна ре-

агировать на изменения внешней среды;

- является долговременной системой, которая может функционировать продолжительное время, сохраняя при этом свои свойства;
- обладает свойством целостности, которое характеризуется тем, что вся система способна на большее, чем каждая из ее действующих частей в отдельности;
- является управляемой системой и допускает временное изменение процесса функционирования под влиянием воздействий [25].

Кроме того, промышленное предприятие представляет собой динамичную систему, способную изменяться, переходить из одного качественного состояния в другое, оставаясь в то же время системой благодаря определенным свойствам:

- результативности (способности создавать продукцию или оказывать услуги);
- надежности (способности к устойчивому функционированию, способности локализовать в сравнительно небольших частях системы отрицательные последствия каких-либо изменений, происходящих как внутри системы, так и во внешней среде);
- гибкости (возможности приспосабливаться к изменяющимся условиям внешней среды, таким как повышение уровня конкуренции, изменение потребностей рынка и др.);
- управляемости (возможности управления предприятием как системой).



Основными особенностями функционирования промышленного предприятия в условиях конкурентной среды являются:

- включение задач исследования рынка, проектирования продукции и процессов ее изготовления в общий производственный цикл;
- наличие динамической обратной связи между результатами производства и его подготовкой;
- усложнение задач управления на всех этапах цикла: разработка – подготовка – производство;
- увеличение числа уровней иерархии управления ввиду использования автономных технологических модулей и комплексов;
- использование в качестве технической базы автоматизации сети компьютеров;
- создание автоматизированной информационной базы, интегрирующей данные всех подсистем производства [98].

Итак, промышленное предприятие – самостоятельный хозяйственный субъект, производящий продукцию, выполняющий работы и оказывающий услуги для удовлетворения потребностей и получения прибыли [150]. Главная цель предприятия – получение максимальной прибыли в долгосрочной перспективе, а также обеспечение стабильной финансовой устойчивости в его работе.

## **1.2. Обзор существующих методов планирования на промышленном предприятии**

Планирование является важнейшей составной частью производственно-хозяйственной деятельности предприятия, без которой невозможна его успешная работа [149]. Недооценка роли планирования на промышленном предприятии приводит к неэффективному использованию материальных, трудовых, интеллектуальных, организационных, информационных и финансовых ресурсов предприятия, неоправданно увеличивает затраты, что приводит к росту себестоимости продукции и снижает ее конкурентоспособность [122].

Планирование тесно связано с другими функциями управления на предприятии. Любая функция управления состоит из пяти видов деятельности, обладающих относительной самостоятельностью: планирования и прогнозирования, организации, координации и регулирования, учета, анализа и контроля [54]. Каждая функция характеризуется присущим ей технологическим процессом обработки информации и способом воздействия на управляемый объект (рис. 1.1).

Планирование как управленческая функция представля-

ет собой проектирование альтернативных вариантов будущего состояния предприятия и выбор оптимального с точки зрения рациональности достижения поставленных целей [134]. Именно оно дает возможность оптимально использовать имеющиеся возможности предприятия по выпуску продукции со сложившимися на рынке спросом и предложением [149]. Планирование позволяет:

- рационально использовать имеющиеся ресурсы предприятия;
- эффективнее проводить научно-техническую политику на промышленном предприятии;
- повышать эффективность производства и улучшать финансовое состояние предприятия.



Процесс планирования на предприятии предполагает контроль [98]. Без контроля не могут быть полностью реализованы все другие функции управления. Контроль призван обеспечивать адекватную оценку реальной ситуации и тем самым создавать условия для внесения изменений в запланированное. При этом контроль предполагает не только сравнение текущих показателей с плановыми, но и их анализ по отношению к показателям аналогичных прошлых периодов. Поэтому контроль выступает одним из главных инструментов принятия решений, обеспечивающих нормальное функционирование фирмы и достижение ею намеченных целей как в долгосрочной перспективе, так и в оперативном управлении.

Выделяют семь основных функций планирования на предприятии:

1. Целевая ориентация участников планирования.
2. Перспективная ориентация и раннее распознавание проблем развития.
3. Координация деятельности участников планирования.
4. Подготовка управленческих решений.
5. Создание объективной базы для эффективного контроля.
6. Информационное обеспечение участников планирования.

## 7. Мотивация участников [139].

Под принципами планирования понимают основные теоретико-методологические положения, которыми следует руководствоваться в процессе планирования на предприятии [150]. Впервые общие принципы планирования были сформулированы А. Файолем, в их основе лежат следующие требования:

- необходимость планирования (применение планов при выполнении любого вида трудовой деятельности);
- единство планов (разработка общего или сводного плана социально-экономического развития предприятия);
- непрерывность планов (осуществление на предприятии постоянства процессов планирования, организации и управления производством);
- гибкость планов (корректировка установленных показателей и координации планово-экономической деятельности предприятия);
- точность планов (осуществление точности планов предприятия с учетом его финансового состояния, положения на рынке и других факторов) [54].

В современной практике планирования помимо классических широко известны общеэкономические принципы: комплексности, эффективности, оптимальности, пропорциональности, научности, детализации, простоты и ясности.

В зависимости от содержания, целей и задач выделяют такие формы планирования: стратегическое, тактическое

и оперативное. Каждый из указанных видов планирования имеет свою методологию, формы и методы расчета показателей [149].

Стратегическое планирование – форма планирования, ориентированная на долгосрочную перспективу. Оно определяет основные направления развития предприятия и выражается не в детально разработанном плане, а в проекции на будущее. С помощью инструментов стратегического планирования принимают решения о том, как расширить сферы деятельности бизнеса, сформировать процесс удовлетворения нужд потребителей, какие мероприятия следует применять для удовлетворения рыночного спроса, какую продукцию выпускать или какие услуги оказывать и в каком количестве, с какими партнерами вести бизнес и т.д. Основной целью стратегического планирования является создание предпосылок для стабильного и динамичного функционирования предприятия в условиях изменяющейся внешней и внутренней среды. Период такого планирования составляет 10-15 лет и осуществляется высшим руководством предприятия [148].

Тактическое планирование – форма планирования, которая охватывает краткосрочный и среднесрочный периоды. Основной особенностью такой формы планирования является разница в корректировке его показателей: показатели ближайшего года проверяются ежеквартально, а показатели второго и третьего годов – каждые полгода. Объекты и

предметы этого планирования могут быть самыми разными. Для того чтобы сделать процесс тактического планирования контролируемым, необходимо планировать только основные виды продукции, затрат, но при этом должна строго соблюдаться зависимость: «издержки – выпуск – прибыль – цена». Иначе тактическое планирование становится нецелесообразным. Тактическое планирование охватывает временной период от 1 до 3 лет [98].

Оперативное планирование – завершающий этап в планировании производственно-хозяйственной деятельности предприятия. Задача этой формы планирования заключается в конкретизации показателей плана с целью организации планомерной повседневной работы предприятия и его структурных подразделений. Оперативное планирование осуществляется сроком на один календарный год с разбивкой по кварталам. По сравнению с тактическим оперативное планирование более детальное, особенно относительно производства, запасов материальных ресурсов, ценообразования и других [116].

В отечественной практике встречаются различные методы планирования на предприятии: балансовый, метод планирования по технико-экономическим факторам, нормативный и программно-целевой [150]. Балансовый метод используется при планировании на народнохозяйственном уровне, при этом составляют следующие виды балансов: материальный, трудовой и финансовый. Метод планирования по тех-

нико-экономическим факторам применяется при планировании издержек производства и реализации продукции, производственной программы и других разделов плана экономического и социального развития предприятия. Сущность нормативного метода заключается в том, что в результате процесса планирования применяется целая система норм и нормативов использования ресурсов предприятия. Данный метод может применяться только, если используется прогрессивная нормативная база. Сущность программно-целевого метода заключается в направлении ресурсов предприятия на выполнение научно-технических программ.

Не уменьшая важности описанных методов планирования на промышленном предприятии, все же отметим, что с их помощью трудно получить ценные для практики результаты в тех случаях, когда рассматривается такая сложная система, как промышленное предприятие [150].

Специфика управления промышленным предприятием обусловлена наличием существенных факторов риска и неопределенности, затрудняющих реализацию такой важнейшей функции управления, как планирование. К наиболее важным факторам внешних рисков промышленных предприятий относятся: инфляция, нестабильность политических условий, изменение налоговых ставок, нестабильность налоговой политики, изменения конъюнктуры внутреннего и внешнего рынков. К наиболее важным факторам внутренних рисков промышленных предприятий относят: низкое



качество управленческих решений, ошибки персонала и выход из строя оборудования [86].

В работе [4] отмечены следующие проблемы, возникающие при современном планировании на промышленном предприятии:

- нечеткая формулировка цели планирования и критерия его эффективности;
- нереальность планов, не ориентированных на перспективы развития предприятия на многолетний период;
- неиспользование современных методов финансового менеджмента и математического моделирования в финансовом планировании;
- длительность процессов долгосрочного планирования;
- осуществление процессов планирования на безальтернативной основе;
- субъективный характер планирования;
- увольнение одного из специалистов, задействованного в планировании производственно-хозяйственной деятельности предприятия, что приводит к существенным ошибкам в расчетах.

Процесс планирования производственно-хозяйственной деятельностью промышленного предприятия весьма сложен и трудоемок, требует огромного количества времени и ресурсов. Для решения этих задач стали использовать специализированные программные продукты, с помощью которых возможно охватить всю деятельность предприятия.

На рынке программных продуктов планирования деятельности промышленного предприятия представлено достаточно много программных средств. Они различаются как по функциональным возможностям, так и по масштабу предприятия.

Для повышения эффективности процессов планирования на промышленных предприятиях, работающих в условиях воздействия случайных факторов, необходимо применять соответствующие математические и инструментальные методы, основанные на методе имитационного моделирования [47].

Необходимость применения метода имитационного моделирования для процессов планирования на промышленном предприятии обусловлена тем, что материальные, информационные, трудовые и финансовые потоки имеют характеристики, изменяющиеся во времени по случайным законам. Следствием этого является существенная неравномерность использования ресурсов.

# **1.3. Развитие имитационного моделирования в России и за рубежом**

В классической работе Р. Шеннона [141], посвященной имитационному моделированию, ему дано следующее определение: «Имитационное моделирование – это процесс конструирования модели реальной системы и постановки экспериментов на этой модели с целью либо понять поведение системы, либо оценить (в рамках ограничений, накладываемых некоторым критерием или совокупностью критериев) различные стратегии, обеспечивающие функционирование данной системы».

# Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.