

## РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНОЙ МОДЕЛИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ С УЧЕТОМ ИНВЕСТИЦИОННОЙ И ФИНАНСОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

**Постановка проблемы в общем виде.** В условиях рыночной экономики успешно развивающееся предприятие должно быть восприимчиво к нововведениям, сориентировано на потребителей, способно непрерывно адаптироваться к изменениям внешней среды. Одной из составляющих развития предприятия является наращивание его инвестиционной активности. Инвестиционная деятельность предприятия должна быть согласована с финансовыми возможностями самого предприятия, конъюнктурой рынка заемных средств и мероприятиями, проводимыми предприятием в рамках финансовой деятельности для сохранения его платежеспособности. В связи с этим ключевой задачей является формирование комплексной системы управления предприятием, которая находит адекватное отражение в соответствующих экономико-математических моделях.

**Анализ последних исследований и публикаций.** Для моделирования различных по своей природе аспектов деятельности предприятий имеется хорошо развитый и разнообразный экономико-математический инструментарий. В экономико-математическом моделировании традиционно выделяют следующие классы моделей предприятий: модели распределения ресурсов и модели процессов производства продукции [1, с. 53; 2, с.25], модели динамики производственных фондов [3, с. 44], модели и методы анализа инвестиционных проектов [1, с. 250]; модели финансовой деятельности и финансовых показателей предприятий [4, с. 48]. Характерной особенностью таких экономико-математических моделей является качественное различие применяемого математического инструментария, обусловленное особенностями моделируемых процессов. Однако в силу принципиально отличающихся базовых представлений и применяемого математического аппарата достаточно проблематично объединить существующие модели в единую комплексную модель.

**Цель настоящего исследования** состоит в поиске единообразного представления качественно разнородных процессов функционирования предприятия (производственного, инновационно-инвестиционного и финансового), которое бы позволило объединить их в рамках единой динамической модели предприятия.

**Изложение основного материала исследования.** Считается, что в каждый момент времени предприятие осуществляет следующие процессы: процессы производства продукции; процессы воспроизводства производственного аппарата и инвестиционно-инновационную деятельность; финансовое обеспечение указанных выше процессов. Все они предполагают выполнение процессов ресурсного обеспечения (обеспечения сырьем, материалами, комплектующими, энергетическими и трудовыми ресурсами и т.п.), которые в свою очередь порождают соответствующие платежи.

Состояние предприятия в каждый момент времени характеризуется с помощью следующих первичных параметров: ассортимента выпускаемой продукции; объемов выпуска продукции; номенклатуры потребляемых ресурсов; запасов ресурсов в разрезе указанной номенклатуры (включая состояние денежных средств); номенклатуры основных производственных фондов (ОПФ); текущей балансовой стоимости ОПФ.

Состояние внешней среды предприятия, также в каждый момент времени исследуемого периода, характеризуется: ценами на факторы производства и выпускаемую продукцию; параметрами предложения факторов производства и спроса на продукцию, выпускаемую предприятием; процентными ставками (для финансовых инструментов).

Производство. Будем предполагать, что предприятие выпускает конечное множество видов продукции. Воспользуемся представлением производственного процесса в виде технологического способа производства. Зависимость между входом и выходом будем задавать в виде системы технологических коэффициентов (норм затрат факторов производства и выхода продукции), либо с помощью подходящей производственной функции.

Возможность постановки и решения такой задачи в динамическом варианте обеспечивается введением в модель для каждого момента времени управляющих переменных, задающих распределение каждого фактора производства (ресурсов и ОПФ) между всеми допустимыми (т.е. возможными для применения в данный момент времени) технологическими способами. Это позволит однозначно определять как затраты всех факторов производства при использовании каждой технологии, так и объемы выпуска продукции (наряду со многими другими параметрами производства, необходимыми для анализа эффективности производства и всей хозяйственной деятельности предприятия).

Простое воспроизводство ОПФ. В процессе функционирования предприятия его основные производственные фонды претерпевают определенные изменения, которые находят свое отражение в процессах пополнения и выбытия ОПФ.

В рассматриваемой модели различаются два вида выбытия ОПФ: вследствие физического износа (пропорционально количеству фондов данного вида) и вследствие их директивного выведения из эксплуатации. Они могут быть описаны классическими по форме дифференциальными либо конечно-разностными уравнениями.

Отличие процессов ремонта и поддержания фондов в работоспособном состоянии от процессов производства продукции состоит только в результате применения технологий ремонта (ОПФ с восстановленными техническими характеристиками) и в номенклатуре факторов производства (ОПФ подлежащие ремонту, запасные части, необходимые для ремонта, либо новое оборудование, идентичное по всем характеристикам заменяемому). На основании этой аналогии в разрабатываемой модели предложено все виды таких работ представлять в виде

соответствующих технологических способов ремонта ОПФ в полном соответствии с представлением технологических способов производства продукции, рассмотренным выше.

Благодаря введению в этом блоке управляющих переменных (для каждого момента времени исследуемого периода), характеризующих долю каждого фактора производства, направляемого для использования каждой из допустимых технологий восстановления ОПФ, а так же управляющих переменных, задающих объемы ОПФ, подлежащих ремонту, и объемы директивно выводимых из эксплуатации фондов каждый момент времени, решается задача интенсивности применения технологий осуществления ремонтных работ и вопросы определения оптимального состава фондов для выполнения производственной программы и эффективной работы предприятия в целом.

Расширенное воспроизводство ОПФ. Такие формы пополнения ОПФ, как расширение действующего предприятия на неизменной технологической основе; внедрение новых технологий, базирующихся на применении новых технологических процессов и освоение новых видов продукции, имеют качественно иную природу и относятся к разряду инвестиционно-инновационных мероприятий. В модели предполагается, что предприятие может одновременно (последовательно-параллельно) осуществлять произвольное конечное число инновационно-инвестиционных проектов любого из указанных выше типов.

Традиционно инвестиционные проекты описываются в терминах инвестиционного анализа. Здесь инвестиционные процессы рассматриваются в соответствии с мероприятиями, предусмотренными каждой стадией инвестиционного проекта: НИР, ОКР и ТПП, строительно-монтажные и пуско-наладочные работы, освоение (запуск в производство) и вывод инвестиционного объекта на проектную мощность.

Для обеспечения строгой увязки инновационно-инновационных процессов с процессами производства продукции и динамики фондов, в разрабатываемой модели предложено рассматривать стадии ИП в пределах одного временного такта по схеме технологического способа производства, т.е. так же, как и описанные ранее процессы, с соответствующей увязкой "затрат" и "результатов". Здесь следует отметить, что для стадий запуска объекта в производство и вывода его на проектную мощность (результатом которых является ввод в эксплуатацию определенного количества фондов, предусмотренных проектом), параметры соответствующей производственной функции могут зависеть от времени, задавая, тем самым, определенную динамику во времени затрат и результатов.

Для формирования наилучшей инвестиционной программы, включающей перечень ИП, а так же для определения масштабов и временной структуры каждого ИП, входящего в инвестиционную программу предприятия, в модель вводятся следующие управляющие переменные: время начала проекта и масштаб проекта (со значением от 0 до 1).

Таким образом, появляется возможность учета в модели динамики фондов процессов пополнения ОПФ; обобщения задачи распределения всех факторов производства и фондов между технологическими способами, соответствующими как процессам производства продукции и процессам восстановления фондов, так и между всеми реализуемыми в каждый момент времени стадиями принятых к реализации инвестиционных проектов.

Ресурсное обеспечение и сбыт. В рассматриваемой модели принято предположение, что возможный выпуск продукции каждого вида ограничен величиной спроса на нее. При этом известна так же динамика (траектория) спроса на все виды выпускаемой предприятием продукции и динамика цен на продукцию. Таким образом, в управлении учитывается только влияние на выбор предприятием ценовой конъюнктуры рынков факторов производства и продукции, а также спрос на нее.

Финансирование. Финансовая деятельность рассматривается в данной модели как деятельность предприятия по обеспечению осуществимости всех выплат (платежи, соответствующие закупкам необходимых для осуществления всех процессов и факторов производства, реализации продукции, а также налоговых и прочих обязательных платежей), предусмотренных выбранным управлением и, следовательно, режимом функционирования предприятия.

В модели предполагается, что обеспечение платежеспособности предприятия осуществляется за счет использования заемных средств из различных внешних источников, причем заимствования возможны в любой момент времени периода моделирования, только при наличии дефицита денежных средств на счету предприятия и, только под залог ОПФ.

Для определения режимов финансовой деятельности предприятия в каждый момент времени в модель вводятся управляющие параметры, позволяющие осуществлять выбор конкретных схем заимствований и суммы займов по каждой из схем при наличии дефицита денежных средств; определять объемы погашения займов по каждой схеме при наличии свободных денежных средств.

Для выполнения соответствующих расчетов в модели предусмотрено формирование и отслеживание кредитной истории предприятия, отражающей в разрезе каждой схемы заимствования и во временной динамике: текущий объем заимствования; текущий объем погашения займа; текущую накопительную заложенность по займу (для расчета сумм текущего погашения займа и уплаты процентов за использование заемного капитала).

В модели принимается, что произвольная траектория параметров функционирования предприятия является допустимой тогда и только тогда, когда предприятие сохраняет свою платежеспособность в течение всего исследуемого периода времени. В остальных случаях, когда, например, невозможно погашение любого из займов и/или уплаты процентов по нему в установленные сроки, т.е. при невозможности устранения дефицита денежных средств предприятия в какой либо момент времени периода моделирования, оно признается неплатежеспособным, и соответствующие варианты его функционирования считаются недопустимыми.

Постановка оптимизационной задачи. Выбор оптимальных траекторий рассмотренных выше

управляющих переменных предлагается решать в рамках постановки соответствующей многокритериальной оптимизационной задачи синхронизации основных видов хозяйственной и инновационно-инвестиционной деятельности. Цель такой задачи - поиск оптимальной траектории работы предприятия, занимающегося выпуском продукции и осуществляющего деятельность, связанную с ремонтом и поддержанием ОПФ в рабочем состоянии, а так же осуществляющего инновационно-инвестиционную деятельность по воспроизводству ОПФ (без остановки производства) с одновременным согласованием финансовых возможностей предприятия для сохранения его платежеспособности.

Обозначим через  $F_k = \Psi(U, S, A)$  –  $k$ -тый вектор целевых показателей оптимизационной задачи. Здесь  $U = (U_1, \dots, U_T)$  – траектории управляющих переменных,  $A$  и  $S$  – экзогенные и эндогенные траектории параметров внешней и внутренней среды предприятия по всем видам деятельности. В качестве целевых показателей  $F_k$  в многокритериальном подходе к оптимизации разрабатываемой модели предлагается использовать интегральные по времени величины прибыли, издержек и срока окупаемости. Стоит отметить, что разрабатываемая модель позволяет использовать различные критерии оптимальности и исследовать, как ведут себя эти критерии в модели, а так же рассмотреть степень их влияния на принятие решения.

В этой формулировке общая задача оптимизации управленческих решений промышленного предприятия заключается в выборе оптимальной траектории функционирования предприятия, при которых многоцелевая функция вида:

$$\underset{U}{extr} F_1, \dots, F_k$$

достигает наилучшего значения, при условии выполнения системы ограничений, позволяющей рационально распределять имеющиеся у предприятия ресурсы и ОПФ между всеми видами деятельности.

На все управляющие переменные и на параметры деятельности предприятия наложен комплекс ограничений, невыполнение любого из которых интерпретируется как недопустимость соответствующего режима функционирования предприятия и, следовательно, определяющего данный режим управления.

**Выводы.** В рамках предложенной комплексной модели сформулированы подходы, позволяющие увязать воедино процессы производства продукции, материально-технического снабжения и сбыта, динамики ОПФ, инвестиционных и инновационных мероприятий, а также финансового обеспечения указанных видов деятельности в динамической постановке.

Дана постановка многокритериальной частично-целочисленной задачи динамической оптимизации, в которой целевые показатели и ограничения предлагается задавать алгоритмически, т.е. определять как результат имитации деятельности предприятия с помощью имитационной модели.

#### Литература

1. Шелобаев С.И. Математические методы и модели в экономике, финансах, бизнесе: [учеб. пособие для вузов] — М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. — 367 с.
2. Семенов П.К. Динамическая модель производства и развития экономического объекта с учетом временной структуры фондов / Семенов П.К., Сиразетдинов Т.К., Шургин Ю.П. // Межвузовский сборник. Исследование операций и аналитическое проектирование в технике. — Казань: изд. Казанского авиационного института, 1981. — С.25—32.
3. Геловани В.А. Решение одной задачи управления для глобальной динамической модели Форрестера. / Геловани В.А., Егоров В.А., Митрофанов В.Б., Пионтковский А.А. — ИПМ АН СССР 1974. — 56 с.
4. Наумова Н.В. Эффективное управление капиталом и источниками его покрытия на промышленных предприятиях региона. / Наумова Н.В., Герасимов Б.И., Пархоменко Л.В. — Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2004. — 104 с.