

УДК.550.130

**ЭКСПЕРИМЕНТЫ С МОДЕЛЬЮ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ
ПРЕДПРИЯТИЯ****Б.М.Шейкетов**

Описанная в [1] имитационная модель предприятия реализована в виде комплекса программ, написанных на алгоритмическом языке ФОРТРАН для ЭВМ "Минск-32". В качестве информационной базы для численных экспериментов использовались материалы Бийского котельного завода (БИКЗ) - предприятия с мелкосерийным и серийным характером производства.

Экспериментальные расчеты проводились как с целью привязки модели к реальному предприятию и исследования степени ее адекватности, так и для определения направлений и возможностей использования модели на заводе. Основное содержание экспериментов заключалось в следующем. В качестве исходной выступала информация, фиксирующая реальное состояние предприятия на начало рассматриваемого периода. Далее выбирались варьируемые параметры эксперимента, характеризующие различные воздействия "внешней среды" (изменение директивных заданий, спроса на продукцию, отклонения от плана снабжения и др.), и осуществлялась серия расчетов. Результатом эксперимента является набор альтернативных траекторий, представленных основными показателями развития предприятия (выпуск продукции, прибыль, фонд зарплаты) в целом за рассматриваемый период времени (год) и в динамике по месяцам. Анализ траекторий позволяет, во-первых, подобрать такие значения всех параметров модели, которые обеспечивали бы хорошее приближение модельной траектории к фактической; во-вторых, оценить влияние управляющих параметров на процесс функционирования предприятия.

тия; в третьих, определять значения некоторых управляющих параметров и политику принятия решений, например, в середине рассматриваемого периода, гарантирующих выполнение директивных плановых заданий в целом за этот период.

Проведение экспериментальных расчетов и анализа траекторий возможно как в автоматизированном, так и в диалоговом режимах работы модели.

В первом случае в ЭВМ вводятся все исходные данные и задается критерий сравнения траекторий. На основе этой информации путем варьирования в заданных интервалах выделенных параметров модели порождается множество траекторий развития предприятия, из которого в соответствии с заданным критерием выбираются наилучшие траектории, являющиеся результатом эксперимента. Во втором случае пользователь выбирает параметры модели, фиксирует некоторые их значения и вводит в ЭВМ. Далее, анализируя полученную траекторию, он может изменять какие-то первоначальные значения параметров и получить новую траекторию. Процесс может продолжаться до тех пор, пока выдаваемая моделью траектория не будет удовлетворять пользователя.

В процессе разработки имитационной модели для конкретного реального объекта необходимым является требование, чтобы модель обладала характеристиками, близкими к характеристикам функционирования реального объекта.

Адаптация рассматриваемой модели на БИКЗ заключалась в подборе числовых значений параметров и проверке алгоритмов. Большая часть значений различных коэффициентов и параметров определялась на основе статистико-экономического анализа динамики показателей, характеризующих развитие БИКЗ за ряд предшествующих лет. Особый интерес представляет изучение влияния "свободных" параметров модели на ее адекватность. Под "свободными" параметрами понимаются такие, для описания которых получить реальную информацию либо невозможно (по причине отсутствия соответствующего аналога на предприятии), либо не удалось. Проверка адекватности модели проводилась путем сравнения модельной траектории с фактической траекторией развития БИКЗ за определенный период времени. При этом варьирование "свободных" параметров осуществлялось при зафиксированных значениях остальных параметров модели и должно было обеспечить максимально возможное (здесь в лексикографическом

смысле) приближение модельной траектории к фактической траектории развития предприятия.

Проведенные эксперименты позволили определить значения всех параметров, обеспечивающих достаточно высокую степень адекватности модели как по абсолютным значениям основных показателей развития предприятия, так и по динамике их изменения.

В данной работе рассматривается несколько экспериментов, характеризующих адаптацию модели на реальном предприятии (БИКЗ) и возможности использования ее в процессе принятия решений.

§ I. Варьирование приоритетов

Система предпочтений, определяющая упорядочение производственных способов, характеризует направленность субъекта, принимающего решения при распределении ресурсов в тех или иных производственных ситуациях.

Варьирование приоритетов позволяет рассматривать несколько задач. Во-первых, оно дает возможность оценить деятельность управленческих работников на предприятии, посмотреть, какими же критериями они руководствуются в процессе принятия решений. Во-вторых, исследовать проблемы оценки работы предприятия со стороны вышестоящей организации. Естественно, что наилучшие результаты будут достигнуты в том случае, когда решения на предприятии будут приниматься в соответствии с критериями вышестоящей организации.

Для сравнения различных приоритетов были проведены экспериментальные расчеты, в ходе которых задавались и оставались неизменными до конца расчетов начальные приоритеты производственных способов. При этом в основу приоритетов производственных способов были заложены следующие показатели:

- 1) трудоемкость продукции;
- 2) прибыль;
- 3) материалоемкость продукции;
- 4) удельный вес способа по вкладу в товарную продукцию;
- 5) нормативные расценки зарплат на единицу продукции;
- 6) рентабельность продуктов.

В табл. I приводится сравнительная характеристика рассматриваемых приоритетов, полученная в одной серии экспериментов с фиксированными значениями прочих параметров модели. Все по-

казатели таблицы нормированы по отношению к фактическим годовым показателям завода.

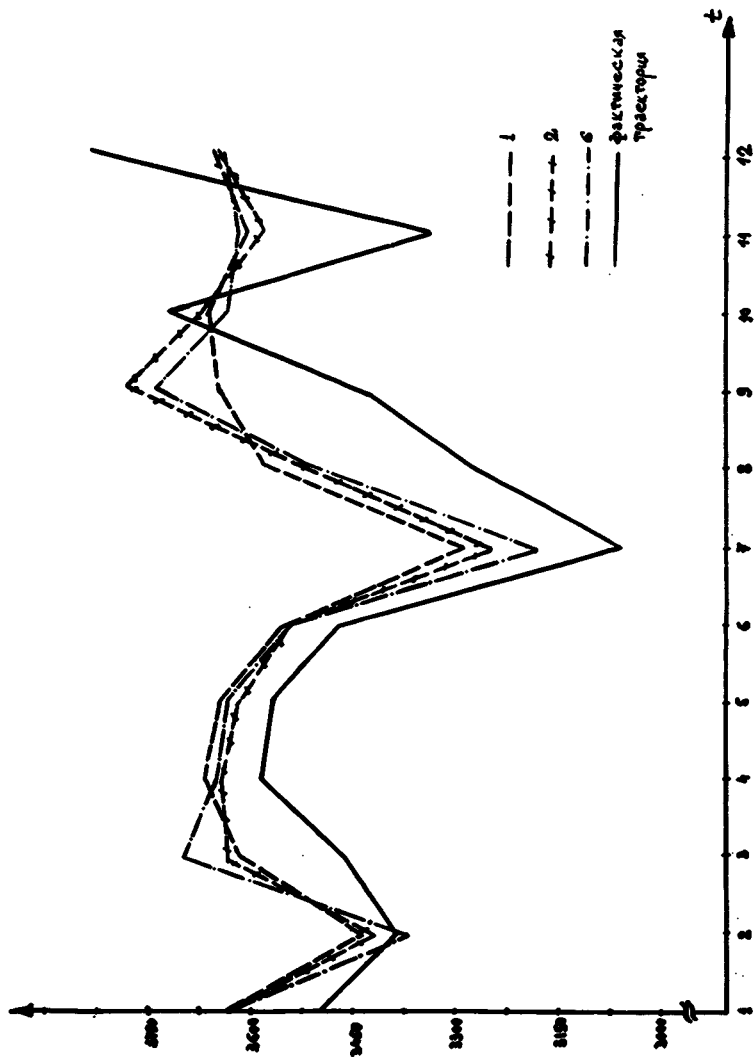
Т а б л и ц а I

Приоритеты	Товарная продукция	Фонд зарплаты	Прибыль
1	1.041	1.056	1.102
2	1.026	1.034	1.028
3	1.043	1.049	1.101
4	1.017	1.028	1.069
5	1.003	1.016	0.855
6	1.035	1.047	1.108

Наилучшие с точки зрения близости к фактической траектории показатели достигаются при использовании приоритетов 3 и 1. Необходимо отметить, что почти все изделия, выпускаемые на рассматриваемом предприятии, относятся к материалоемким. Так, удельный вес затрат материальных ресурсов в общем объеме товарной продукции составляет 60,3%. Эксперименты показывают, что при ориентации на выпуск наиболее материалоемких изделий предприятие может добиться лучших результатов. Такая тенденция, естественно, противоречит народнохозяйственным интересам и подчеркивает необходимость развития на предприятии соответствующей системы стимулирования, направленной на снижение материалоемкости изделий и экономии материальных ресурсов.

С другой стороны, эксперименты показывают, что если оценивать работу предприятия по заработной плате или по товарной продукции, то значения всех основных показателей будут наименьшими.

Рассмотрим влияние приоритетов на динамику показателей развития предприятия. На рисунке приводится динамика товарной продукции при различных приоритетах в сравнении с фактической динамикой этого показателя. Поскольку при всех рассматриваемых приоритетах динамика товарной продукции практически одинаковая и приближается к фактической траектории за исключением двух моментов, то на рисунке приводятся графики лишь по приоритетам 1, 2, 6. Итак, во-первых, различие наблюдается в 4-м месяце: только у приоритетов 1 и 2 направление изменения



Влияние различных приобретений на динамику товарной продукции

траектории совпадает с фактической. Во-вторых, различие в 10-м месяце: только приоритет I совпадает по направлению изменения с фактической траекторией. Таким образом, только при приоритете I модельная траектория приближается к фактической. Это означает, что на заводе, по-видимому, при управлении производством в большей степени ориентируются на трудоемкость производства продукции, чем на какие-либо другие критерии. Таким образом, эксперименты по варьированию приоритетов показывают, каким показателям нужно уделять большее внимание при управлении предприятием для достижения лучших результатов.

§ 2. Варьирование параметров материально-технического снабжения

В модели процесс материально-технического снабжения осуществляется следующим образом. В начале каждого квартала составляется план-заявка на материальные ресурсы исходя из производственного плана и утвержденных годовых "фондов" на ресурсы. Фактическое поступление материальных ресурсов определяется на основе распределения плана-заявки по месяцам квартала, заданного функцией $\varphi = (\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3)$, которая и является параметром модели. Например, равномерное распределение плана-заявки характеризуется зависимостью $\varphi = (1/3, 1/3, 1/3)$, а зависимость $\varphi = (0,2; 0,3; 0,5)$ будет описывать поступление ресурсов с неравномерными, нарастающими объемами. С другой стороны, функции φ , для которых $(\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3) < 1$, характеризуют поступление ресурсов в меньшем, по сравнению с планом, объеме.

Интерес к этому параметру модели объясняется еще и тем, что на рассматриваемом предприятии дефицит некоторых видов материальных ресурсов зачастую является основной причиной невыполнения планов. Поэтому ставилась задача исследовать путем варьирования данного параметра его влияние на траекторию развития предприятия и, в частности, на выявление потенциальных возможностей выполнения годового плана.

В табл. 2 приведены функции распределения ресурсов, используемые в сравнительном анализе.

В табл. 3 дается сравнительная характеристика рассматриваемых функций распределения ресурсов. Все показатели таблицы, характеризующие развитие предприятия за год в целом,

нормированы по отношению к фактической траектории предприятия.

Т а б л и ц а 2

Месяцы φ	I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
φ ₁	I/3 0,4	I/3 0,3	I/3 0,3	I/3 0,4	I/3 0,3	I/3 0,3	I/3 0,4	I/3 0,3	I/3 0,3	I/3 0,4	I/3 0,3	I/3 0,3
φ ₂	0,3	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3
φ ₃	0,2	0,4	0,4	0,2	0,4	0,4	0,2	0,4	0,4	0,2	0,4	0,4
φ ₄	0,3	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	0,28	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3

Т а б л и ц а 3.

φ	Товарная продукция	Фонд зарплаты	Прибыль
φ ₁	1.036	1.046	1.090
φ ₂	1.027	1.032	1.116
φ ₃	1.027	1.030	1.089
φ ₄	0.993	0.998	0.859
φ ₅	1.001	1.011	1.004

Эксперименты показывают, что характер поступления материальных ресурсов в течение квартала существенно влияет на производственный процесс и, соответственно, на значения основных показателей развития предприятия. Наилучшие показатели (как по абсолютному значению, так и в динамике в смысле приближения к фактической траектории) достигаются при равномерном (или близком к нему) распределении ресурсов. Наоборот, даже небольшие колебания в поступлении материальных ресурсов оказывают существенное воздействие на траекторию развития предприятия. Такое влияние данного параметра модели объясняется еще и тем, что на заводе в рассматриваемый период времени имелась группа производственных мощностей, являющаяся "узким местом" в производственном процессе. Поэтому даже восполнение недостатка материальных ресурсов в последующие месяцы не позволяло существенно увеличить объем производства и ликвидировать отставание от годового плана. Таким образом, лишь близкое к равномерному поступление ресурсов обеспечило бы выполнение годового плана. В порядке подтверждения этому в табл. 4 дается соотношение модельной траектории при различных функциях φ

и плановых показателей предприятия, т.е. все показатели табл.

4 нормированы по отношению к плановой траектории предприятия и отражают степень выполнения плана при соответствующих φ .

Можно отметить, что реальная функция распределения ресурсов в процессе расчетов была неизвестна. В принципе модель позволяет определить функцию, которая давала бы максимально возможное приближение к фактической траектории завода (как по абсолютным показателям, так и в динамике). Однако непосредственно такая задача не рассматривалась, поскольку необходимо учитывать и влияние других параметров. В качестве примера одной из функций, обеспечивающей "хорошее" приближение модельной траектории к фактической, приводится φ_5 .

Т а б л и ц а 4

φ	Товарная продукция	Фонд заработной платы	Прибыль
φ_1	1.002	0.997	0.942
φ_2	0.993	0.991	0.964
φ_3	0.993	0.990	0.941
φ_4	0.960	0.957	0.742
φ_5	0.995	0.991	0.937

По-видимому, с помощью оперативного проведения экспериментов по варьированию параметров снабжения предприятия материальными ресурсами можно решать различные задачи. Например, в середине года определять ожидаемое выполнение плана и выбирать с учетом этого оптимальную политику (заявки на ресурсы, динамика поставок, уровень запасов) материально-технического снабжения.

Обратной задачей является определение наилучших путей выполнения годового плана при заданной политике снабжения. Например, если известны закономерности поступления материалов по месяцам года, то можно соответствующим образом корректировать месячные и квартальные производственные планы. Проведение подобных оперативных расчетов не требует дополнительных переделок модели и может быть осуществлено с небольшими затратами машинного времени. С другой стороны, из-за частых перебоев в снабжении материальными ресурсами на БИКЗ подоб-

ные оперативные просчеты могли бы принести для работников завода определенную пользу при анализе различных ситуаций.

§ 3. Варьирование производственных планов

В реальных производственных ситуациях часто возникает вопрос о том, что лучше производить в рассматриваемом (например, плановом) периоде времени, а производство каких изделий можно перенести и на более поздний срок. Как правило, ответы на подобные вопросы связаны с проведением значительных расчетов и пересчетов различных показателей, а получить их необходимо как можно скорее. При этом необходимо учитывать и возможные последствия принимаемых решений на дальнейший процесс функционирования предприятия. Решение такой задачи можно осуществлять с помощью модели предприятия.

На рассматриваемом предприятии подооная задача возникает по причинам, не зависящим от самого завода. Во-первых, частые изменения спроса на продукцию и корректировки директивных заданий, во-вторых, различные сбои в системе снабжения материальными ресурсами, возникающие при изменении производственных планов и из-за нарушений в снабжении. Но предприятию, несмотря ни на какие причины, необходимо выполнять годовой план.

Таким образом, зачастую перед началом очередного квартала встает задача пересмотра плана производства с учетом удовлетворения спроса и выполнения годового плана по основным технико-экономическим показателям. При этом в качестве исходной информации выступают спрос на продукцию и предполагаемые объемы поступления материальных ресурсов.

Решение задачи можно проводить в диалоговом режиме "пользователь - модель". Например, пользователь разрабатывает вариант производственного плана (квартальный, месячный), запускает его в модель и получает для анализа траекторию развития предприятия (если нужно - до конца рассматриваемого года). На основе анализа полученной траектории первоначальный вариант плана производства может быть скорректирован, снова запущен в модель и т.д. В результате за короткий срок пользователь может просмотреть достаточно большое количество вариантов плана, причем основные его усилия могут быть направлены на анализ полученных результатов, а не на проведение счетной работы.

Для иллюстрации рассмотрим различные варианты корректи-

ровки плана производства, при этом в качестве основного варианта плана выступал фактический выпуск продукции на заводе в рассматриваемом году. Все описанные ниже варианты являются гипотетическими, однако задача корректировки плана производства в подобной постановке часто возникает на рассматриваемом предприятии.

Результаты экспериментов приведены в табл. 5, в которой показано отклонение (в %) от основного варианта в разрезе годовых показателей.

Т а б л и ц а 5

Номер варианта	Товарная продукция	Фонд зарплаты	Прибыль	Себестоимость
I	-	-0.09	-2.61	+0.55
II	-0.82	-0.71	-3.46	-0.30
III	-0.57	-0.73	-14.6	+2.19
IV	-0.80	-0.78	-4.04	-0.17
V	-0.61	-	-5.24	+1.48
VI	-0.43	+0.38	+6.83	-3.03
VII	+1.65	+2.25	+2.40	+1.23
VIII	-	-1.93	+1.01	-
IX	+1.48	-1.30	+2.10	-

ВАРИАНТ I. Из основного варианта плана производства убираются все котлы ДКВР 4-13 ГМ и на такую же сумму в объеме товарной продукции добавляются котлы ДКВР 2,5-13 ГМ. В результате практически все показатели остались без изменения, лишь прибыль уменьшилась на 2,61%.

ВАРИАНТ II. В основном варианте убираются все котлы ДКВР 2,5-13 ГМ и на такую же сумму увеличивается производство котлов ДКВР 4-13 ГМ. В результате наблюдается небольшое уменьшение всех показателей, причем уменьшился выпуск котлов и по другим группам.

ВАРИАНТ III. Котлы ДКВР 2,5-13 ГМ заменяются на котлы ДКВР 6,5-13 ГМ. Как и во втором варианте, наблюдается уменьшение всех показателей, причем прибыль упала на 14,6% частично за счет увеличения себестоимости (на 2,19%) и в остальном, по-видимому, за счет изменения структуры выпуска.

ВАРИАНТ IV. В плане вместо котлов ДКВР 2,5-13 ГМ выпус-

каются котлы ДАВР 10-13 ГМ. В результате наблюдается уменьшение прибыли на 4,04% и небольшое уменьшение остальных показателей.

ВАРИАНТ У. В плане вместо котлов ДКВР 2,5-13 ГМ добавляются котлы ДКВР 20-13 ГМ. Такое изменение программы также не ухудшает значения основных показателей.

В целом по вариантам I-У можно отметить, что полная замена котлов ДКВР 2,5-13 ГМ котлами большей мощности не является выгодной для предприятия, так как ведет к ухудшению основных показателей. Эти расчеты подтверждают сложившуюся картину на заводе: котлы мощности 2,5-13 ГМ являются для завода выгодными изделиями вследствие отработанной технологии, однако спрос на такие котлы постоянно уменьшается, и завод вынужден все время снижать их выпуск.

ВАРИАНТ У1. В основном варианте плана производства котлы ДКВР 4-13 ГМ заменяются на котлы ДКВР 20-13 ГМ. В результате увеличивается прибыль на 6,83%, в основном за счет себестоимости - на 3,03%.

ВАРИАНТ УП. В основном варианте выпуск котлов 2,5 тн в III квартале увеличивается на 15%. В результате объем товарной продукции вырос на 1,65%, прибыль - на 2,4%, но уменьшился выпуск экономизаторов и оборудования ХВО.

ВАРИАНТ УШ. В основном варианте в 7-10-х месяцах вместо котлов 4-13 ПМ, 6,5-13 ПМ, 10-13 ПМ производятся котлы 2,5-13 ПМЗ, 4-13 ПМЗ.

ВАРИАНТ IX. Все котлы типа ПМ и КШ в объеме годового плана производятся в I-м квартале. В результате за счет улучшения использования производственных мощностей достигается некоторое увеличение основных показателей.

Рассмотренные примеры показывают, что модель позволяет в оперативном режиме пересчитывать всевозможные варианты производственного плана и оценивать влияние таких пересчетов на траекторию развития предприятия.

В этой статье описана лишь часть экспериментов, проводимых с помощью данной модели. В целом ее опробование на реальном предприятии позволило исследовать возможности модели и выделить направления ее использования в реальном процессе управления.

Автор выражает благодарность С.М.Лавлинскому и А.Е.Певницкому за прочтение статьи и полезные замечания.

ЛИТЕРАТУРА

1. ТИТОВ В.В., ШЕЙХЕТОВ Б.М. Модель функционирования предприятия.- В кн.: Оптимизация. Вып. 20(37).Новосибирск, 1978, с.114-134.

Поступила в ред.-изд.отдел
26.10.1978 г.