

Академия наук Украины
Институт кибернетики имени В. М. Глушкова

На правах рукописи

РАЙХАН Аня

УДК 338.27+658

**МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОТРЕБНОСТЕЙ
И СПРОСА НА ПРОДУКЦИЮ ПРОМЫШЛЕННОГО
НАЗНАЧЕНИЯ**

08.00.13 — экономико-математические методы

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата экономических наук

Киев 1994

Диссертацией является рукопись.

Работа выполнена в Харьковском государственном университете.

Руководитель: доктор экономических наук, профессор
ЗАБРОДСКИЙ Вячеслав Адамович

Официальные оппоненты: доктор экономических наук,
профессор СУСЛОВ О. П.,
кандидат экономических наук,
ПОНОМАРЕНКО В. С.

Ведущая организация: Институт экономики промышленности
АН Украины.

Защита состоится «12» мая 1994 г. в 14.00
час. на заседании специализированного совета К 016.45.05 при
Институте кибернетики им. В. М. Глушкова АН Украины по
адресу:
252605, Киев ГСП 22, проспект Академика Глушкова, 40.

С диссертацией можно ознакомиться в научно-техническом
архиве института.

Автореферат разослан «12» апреля 1994 г.

Ученый секретарь
специализированного совета



В. Л. РЕВЕНКО

ЛННБ України ім.В.Стефаника



00810424 (J)

Стефаника
ЛННБ

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Задача повышения эффективности промышленного производства является классической на микроэкономическом уровне. Исследования в области эффективного функционирования производственно-экономических систем (ПЭС) по прежнему не теряют свою актуальность. Причем здесь важны как новые теоретические результаты, так и обобщение имеющегося опыта. Проблему эффективного функционирования ПЭС можно рассматривать как проблему выбора наиболее целесообразного нововведения производственно-экономической системы в условиях свободного предпринимательства. В этих условиях принимаемые в ПЭС решения будут эффективными только тогда, когда они основываются на данных достоверного и полного прогноза характеристик функционирования ПЭС, на "новой философии" управления в условиях нестационарной, вероятностной природы внешней среды. В прогнозных характеристиках функционирования ПЭС одной из основополагающих характеристик является прогнозирование потребностей и спроса на продукцию промышленного назначения.

Вопросы прогнозирования потребностей и спроса на продукцию промышленного назначения еще не нашли достаточного отражения в теории и практике экономических исследований и экономико-математического моделирования. Однако отсутствие комплексной, достаточно научно обоснованной системы, без которой нельзя получить достоверные сигналы на обновление производства для выживания в конкурентной борьбе, побуждает разработать такую систему, которая смогла бы достоверно прогнозировать параметры системы, позволяющие с упреждением принимать соответствующие решения в рамках ПЭС.

Научный базис для решения задачи. В настоящее время трудами В.А. Александрова, С.В. Валдайцева, Р. Гильмора, В.М. Глушкова, Д. Дайера, Д. Джонстона, Г.И. Доброва, И.П. Керова, Д. Клира, Н.Д. Кондратьева, В.А. Лисичкина, Д. Мартино, Э. Мэнсфилда, К. Нейлора, Т. Постона, А.И. Селиванова, Г. Тэйла, Ф. Харрара, Р. Эллиота создан определенный задел в методологии прогнозирования научно-технического прогресса. В работах Ю.М. Андрианова, В.Г. Гмошинского, Т.П. Гринчеля, В.А. Забродского, Р.Л. Кими, А.С. Консона, Р. Левина, Э. Наумана, Б.А. Райзберга, Р. Фостера, А.У. Шмидта, А. Янча, Х. Хаустейна, Р.Д. Лехмана решен ряд задач описания, оценки, моделирования

некоторых компонент системы прогнозирования обновления продукции. Эти труды создали предпосылки для постановки и решения задач прогнозирования потребностей и спроса на продукцию промышленного назначения.

Объектом исследования данной работы являются процессы производства продукции промышленного назначения.

Предметом исследования является потребность в продукции и спрос на продукцию промышленного назначения.

Цель работы состоит в разработке методов прогнозирования потребностей и спроса на продукцию промышленного назначения как составных частей системы стратегического планирования и регулирования производства.

Задачи исследований. Для достижения поставленной цели решены следующие задачи: 1. Выполнен анализ существующих подходов и методов прогнозирования потребностей в продукции. 2. Разработана концепция прогнозирования потребностей и спроса на продукцию промышленного назначения. 3. Разработан метод оценки экономической целесообразности выпуска продукции, который включает в себя оценку технического уровня (ТУ), прогноз ТУ будущего изделия, оценку перспективности и целесообразности выпуска продукции. 4. Разработана модель прогнозирования потребностей в продукции и спроса на нее. 5. Разработана модель прогнозирования неубыточного объема производства.

Автор защищает:

- концепцию прогнозирования потребностей и спроса на продукцию промышленного назначения;
- метод прогнозирования экономической целесообразности выпуска продукции;
- метод прогнозирования потребностей в продукции и спроса на нее;
- метод прогнозирования неубыточных объемов выпуска обновленной продукции;
- метод качественного анализа методов прогнозирования потребностей и спроса на обновление продукции;

Научная новизна. В диссертации разработаны концептуальные, методические и инструментальные положения и изложены практические результаты, в совокупности решающие

актуальную научную проблему прогнозирования потребностей в продукции и спроса на нее, необходимые при формировании стратегических планов производства. Новизна результатов исследования заключается в следующем:

1. Сформулирована система концептуальных положений прогнозирования потребностей и спроса на продукцию промышленного назначения. Отличия полученного результата от известных в области прогнозирования научно-технического прогресса и обновления производства состоят в следующем. Отдельные известные общеметодологические положения прогнозирования (о процессах роста явлений и т.п.) распространены на новый класс процессов - процессы производства продукции. Выполнен сравнительный анализ достоинств и недостатков принципов прогнозирования процессов обновления продукции. Проведено теоретическое обобщение разрозненных положений о прогнозировании явлений и процессов, и на их основе систематически изложены положения о процессах прогнозирования потребностей в продукции.

2. На единой методической основе (концепции) разработан и доведен до уровня практической пригодности комплекс взаимосвязанных методов прогнозирования потребностей и спроса на продукцию промышленного назначения. Этот результат развивает и дополняет известные методы прогнозирования процессов производства, и его новизна конкретно состоит в следующем:

- известные методы оценки и прогнозирования технического уровня использованы для прогноза экономической целесообразности выпуска продукции;

- известные модели прогнозирования потребностей дополнены новыми моделями, учитывающими вид продукции (непрерывно выпускаемая, возобновляемая, улучшенная, новая) на основе временных смесей показателей, характеризующих разные аспекты производства продукции;

3. Развита известная методика качественного анализа систем и распространена на новый класс объектов - системы прогнозирования потребностей и спроса на продукцию. Конкретно новизна состоит в следующем:

- известные в теории погрешностей оценки распространены на прогнозы потребностей и спроса на продукцию;

- известные в теории имитационного моделирования оценки необходимого числа реализаций дополнены новой оценкой, основанной на использовании центральной предельной теоремы и

позволяющей соотнести выборочное среднее значение показателя, его дисперсию и допустимую погрешность;

Достоверность результатов обеспечена следующим: использованием фундаментальных теоретико-методических положений теории прогнозирования; системным подходом к выбору средств достижения цели, поставленной в диссертации; аналитическими выводами зависимостей, используемых в моделях; корректным применением методов и моделей теории вероятности, математического программирования, теории погрешностей; проверкой некоторых положений на статистическом материале и проверкой практической реализуемости разработанных оценок и моделей.

Практическое значение. Сформулированные в работе положения очерчивают круг проблем, связанных с прогнозированием потребностей и спроса на продукцию промышленного назначения; показывают актуальные задачи повышения качества аналитической работы на предприятии, связанные с процессом производства. В целом полученные результаты способствуют повышению эффективности функционирования ПЭС в условиях рынка за счет явного учета инновационных факторов.

Реализация результатов работы.

1. Метод прогнозирования потребностей и экономической целесообразности выпуска продукции принят на 3-де "Промэлектроника" (г. Харьков) за основу комплексного планирования производства на перспективу до 2000 г.

2. Модели и алгоритмы прогнозирования потребностей в продукции используются в учебном процессе Харьковского государственного университета по дисциплине "Экономико-математические методы" при чтении лекций и проведении практических занятий по специальности 08.00.13.

3. Модели прогноза спроса на продукцию используются при перспективном планировании в фирмах "Глобал Маркетинг Непуорк" и "Бексимко" республики Бангладеш.

Апробация работ. Основное положение работы докладывалось и обсуждалось в течение 1990 - 1993 гг. на семинарах кафедры экономической кибернетики ХГУ и Международной научной конференции "Проблемы эргономики в России, СНГ и мире: опыт и перспективы" /Санкт-Петербург, июнь 1993 г./ и получили положительную оценку.

Публикации. Основные результаты работы диссертации содержатся в четырех работах.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы, включающего 173 наименования, трех приложений. Основная часть работы изложена на страницах машинописного текста. Работа содержит рисунки и таблицы.

СТРУКТУРА И ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИССЕРТАЦИИ

В первой главе "Анализ и концепция прогнозирования потребностей в продукции промышленного назначения и спроса на нее" на основе изучения характеристик объектов исследования и проблемы исследования обоснована необходимость разработки механизмов прогнозирования потребностей в продукции промышленного назначения. Здесь же выполнена разработка концепции прогнозирования потребностей и спроса на продукцию промышленного назначения.

Во второй главе "Метод прогнозирования потребностей в продукции промышленного назначения" изложены основные подходы к прогнозированию потребностей в продукции, показаны оригинальные методы прогнозирования экономической целесообразности выпуска продукции, прогнозирования объемов выпуска продукции.

В третьей главе "Прогнозирование спроса на продукцию промышленного назначения" изложены метод прогнозирования спроса на продукцию промышленного назначения на основе изучения поведения потребителей с учетом технического уровня выпускаемой продукции и игровая модель прогнозирования спроса на продукцию. Изложены метод качественного анализа прогнозирования потребностей и спроса на продукцию, характеристика использования результатов исследования в практике хозяйственной деятельности ПЭС, проанализирована практическая реализуемость методов прогнозирования потребностей и спроса на продукцию промышленного назначения.

В заключении вынесены основные выводы по проведению исследований в области прогнозирования процесса производства продукции.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ РАБОТЫ

Анализ и концепция прогнозирования обновления продукции промышленного назначения

Первая глава посвящена анализу сущности процессов производства продукции в условиях обновления современных подходов к анализу этих процессов, формированию авторской концепции прогнозирования потребностей в продукции и спроса на нее, выявлению и обоснованию актуальных задач прогнозирования процессов производства продукции.

Новизна полученных научных результатов состоит в следующем. До настоящего времени в публикациях по вопросам прогнозирования потребностей и спроса на продукцию, связанных с обновлением, не были

предметом детального прогностического анализа. Отдельные известные общеметодологические положения прогнозирования (о процессах роста явлений и т.д.) распространены на новый класс процессов.

Проведено теоретическое обобщение разрозненных положений о прогнозировании явлений и процессов и на их основе систематически изложены положения о процессах производства продукции.

Достоверность полученных результатов подтверждается использованием фундаментальных теоретико-методических положений теории прогнозирования и проверкой некоторых положений на статистическом материале.

Практическая значимость полученных результатов состоит в следующем: очерчен круг проблем, связанных с прогнозированием потребностей и спроса на продукцию промышленного назначения, показаны актуальные задачи повышения качества аналитической работы предприятия, связанные с обновлением производства.

Анализ литературных источников, собственные исследования автора на ряде объектов позволили сформулировать систему утверждений о собственно процессах потребностей и спроса на продукцию промышленного назначения. Эта система утверждений вынесена на защиту в качестве первого научного результата. Концепция прогнозирования потребностей и спроса на продукцию содержит

следующие постулаты: - о процессах роста явления (1); - о типах процесса роста явлений, связанных с обновлением продукции (2); - о прогнозировании потребностей (спроса) (3); - о видах и фазах спроса (4); - о методах и средствах выявления спроса (5).

В соответствии с утверждением I изменение во времени технико-экономических явлений, являющихся сутью нововведений, можно математически описать процессами роста в виде

$$Y_{t+z} = f(a, y_t; x; u).$$

где Y_{t+z} - прогнозируемая величина в период z ; y_t - базисная величина прогнозируемого процесса в период t (в настоящем или прошлом); a - коэффициент преобразования базисной величины в прогнозируемую без учета действия новых факторов; x - неизвестная величина, отражающая действие новых факторов в период $t+z$ (в период t влияние их было незначительным или отсутствовало вообще); u - допуск прогноза.

В соответствии с утверждением (3) прогнозирование потребностей должно включать три этапа: собственно прогноз спроса, прогноз потребительной стоимости и прогноз конъюнктуры.

Основное уравнение прогноза конъюнктуры рынка имеет следующий вид:

$$V = N \cdot J \cdot S,$$

где V - емкость рынка, N - число потенциальных покупателей, J - интенсивность спроса, S - уровень насыщения. Методы определения значений параметров N, J, S зависят (утверждение 9) от вида спроса и фазы его выявления. При прогнозе конъюнктуры рынка необходимо выделять следующие виды спроса: первичный (новый) спрос, дополнительный спрос, спрос на обновление или модернизацию, спрос на замену, отложенный спрос. Кроме того, спрос как выражение потребностей в своей эволюции проходит пять фаз: скрытое развитие (I), очевидное развитие (II), широкое признание наличия потребностей (III), нарушение равновесия системы удовлетворения потребностей в различной продукции (IV), установление нового равновесия (V).

Для управления процессами производства продукции необходимы следующие средства: прогнозирование потребностей, реализация обратной связи. Эти средства совместно с процессами производства как объектом управления должны быть организованы в систему управления производством продукции.

Методы прогнозирования потребностей в продукции промышленного назначения

Вторая глава посвящена разработке на единой методической основе (концепции обновления продукции) комплекса методов прогнозирования потребностей в продукции, что является вторым научным результатом.

Н о в и з н а полученных результатов состоит в том, что они развивают и дополняют известные методы прогнозирования процессов производства продукции, и конкретно состоит в следующем. Разработана модель прогнозирования потребностей, учитывающая вид продукции (непрерывно выпускаемая, возобновляемая, улучшенная, новая) на основе временных смесей показателей, характеризующих разные аспекты процесса обновления продукции. В отличие от известных подходов к прогнозированию продукции, в которых рассматривается обобщенное понятие "ёмкость рынка", в работе предложено отдельно рассмотреть и строить модели прогнозирования потребностей в продукции и модели спроса на продукцию, что позволяет делать более надежные маркетинговые оценки.

Д о с т о в е р н о с т ь полученных результатов обеспечена аналитическими выводами зависимостей, используемых в моделях; корректным применением математического программирования; проверкой результатов на ретроспективных данных.

П р а к т и ч е с к а я з н а ч и м о с т ь полученных результатов состоит в следующем: все разработанные модели объединены единым стержнем — определением неубыточности производства, что очень важно для компании, разрабатывающей новую продукцию. Предложенные модели не требуют принципиально новых данных.

Прогнозирование потребностей в работе осуществляется по следующим категориям продукции: новая, улучшенная, возобновляемая, непрерывно выпускаемая.

Суммарная потребность состоит из следующих составляющих, определяющихся; сроками эксплуатации y_{j1}^t , развитием новых производств y_{j2}^t , обновлением технологии производства y_{j3}^t , расширением существующего производства y_{j4}^t , физическим износом, поломками y_{j5}^t , неэффективностью продукции и устаревшими характеристиками y_{j6}^t .

Учет названных составляющих в разработанных моделях прогнозирования отражен следующей таблицей

Вид продукции	Составляющие потребностей					
	$y_{j1}^{t^*}$	$y_{j2}^{t^*}$	$y_{j3}^{t^*}$	$y_{j4}^{t^*}$	$y_{j5}^{t^*}$	$y_{j6}^{t^*}$
Новая		+	+	+		+
Возобновляемая	+	+		+		
Улучшенная		+	+	+		+
Непрерывно выпускаемая	+	+	+	+	+	+

Для каждой составляющей разработана расчетная зависимость. Аргументами этих зависимостей являются разработанные вероятностные характеристики процесса обновления, например вероятность нарушения срока эксплуатации, вероятность появления нового произведения в i -й отрасли, потребляющей j -й продукт. Таблица вероятностных характеристик приводится ниже.

Составляющие потребностей в улучшенной и новой продукциях:

$$y_{j2}^{t^*}, y_{j3}^{t^*}, y_{j4}^{t^*}, y_{j6}^{t^*}.$$

Пусть $\Gamma_j^3(t)$ и $\Gamma_j^4(t)$ - множества причин, определяющих потребность в улучшенной или новой продукции соответственно, $y_j^{3t^*}$ и $y_j^{4t^*}$ - прогнозируемые к моменту t^* объемы потребностей в улучшенной или новой продукции соответственно.

К примеру, объем потребностей в момент t^* в улучшенной продукции будет определяться следующим образом:

$$y_j^{3t^*} = \sum_{\tau \in \Gamma_j^3(t^*)} y_{j\tau}^{3t^*} \cdot t^* > t, j = j^3,$$

Прогнозная величина $y_{j1}^{3t^*}$ определяется с учетом продукции, накопленной в период эксплуатации

$$y_{j1}^{3t^*} = \sum_{\tau \in [t, t^*]} P_j(\tau) Q_{j\tau}(\tau), [t, t^*] \in [\tau_j^h, \tau_j^q],$$

где $P_j(\tau)$ - вероятность устаревания технических и эксплуатационных характеристик j -го продукта к моменту τ ;

Таблица вероятностных характеристик

	Обозначение	Наименование
Вероятности, связанные с эксплуатацией продукции	$P_j(t)$	Вероятность нарушения срока эксплуатации j -го продукта.
	$P_j(\tau)$	Вероятность устаревания технических и эксплуатационных характеристик j -го продукта к моменту τ .
	$\bar{P}_j(t)$	Вероятность выхода из строя продукта.
Вероятности, связанные с появлением и развитием новых производств	P_{ij}^0	Вероятность появления нового производства i -й отрасли, потребляющей j -й продукт в период времени $t^{\text{тек}}$.
Вероятности, связанные с обновлением технологии производства	P_{ij}^t	Вероятность обновления технологии в i -й отрасли, потребляющей j -й продукт в период времени $t^{\text{тек}}$.
	$P_{ij}^{Q_j^t}$	Вероятный объем потребления j -го изделия при обновлении технологии в i -й отрасли в период времени $t^{\text{тек}}$.

$Q_{j\tau}(\tau)$ - объем продукции j -го вида, произведенной в период τ_j , находящейся в эксплуатации в момент τ .

Прогнозирование спроса на продукцию промышленного назначения

Как было установлено, процесс производства продукции определяется двумя группами факторов: объективной потребностью, формирующей спрос, и экономической целесообразностью, зависящей от ТУ. В связи с этим первой задачей в названном комплексе является оценка экономической целесообразности выпускаемой продукции. Для ее решения необходимо иметь методы оценки и прогноза ТУ изделий.

Основной прогноза ТУ и показателей качества являются динамические ряды показателей. В работе в качестве экстраполирующей функции принята двухпараметрическая экспоненциальная функция вида:

$$U_{\text{дост}}(t) = U_{\text{пред}} (U_{\text{пред}} - U_{\text{дост}}(t_0)) \exp \left[-\alpha \left(\frac{t-t_0}{t_0} \right)^\beta \right]$$

где $U_{\text{пред}}$ - предельное значение ТУ, отражающего потенциальные возможности в данном периоде развития техники; $U_{\text{дост}}(t_0)$ - достигнутые значения ТУ в предшествующем периоде развития техники, соответствующие началу отсчета времени t_0 данного периода; α и β - параметры адаптации в прогнозной функции.

В работе обоснован вид этой функции и предложены методы расчета ее параметров. Данная функция позволяет с достаточной точностью описать возможные разновидности динамического процесса изменения во времени достигнутого уровня. В работе показано, что средние и достигнутые ТУ асимптотически приближаются с течением времени к кривой достигнутого уровня.

Критерий перспективности разработки новой продукции в работе представлен в виде

$$P_{\text{персп}} = P_1(k_{\text{пр}}) P_2(k_{\text{рац}}) P_3(k_{\text{э}}),$$

где P_1 - единичная оценочная функция 1-го частного критерия. $k_{\text{пр}}, k_{\text{рац}}, k_{\text{э}}$ - соответственно коэффициенты прогрессивности, рациональности, эффективности выпуска изделия.

В работе предложены методы расчета этих коэффициентов.

Задача экономической целесообразности выпуска продукции состоит в поиске экстремума целевой функции $Z(Y)$, т.е.

$$Z(Y_{\text{опт}}) = \sum_{q=1}^Q q P_q(K_{\text{пр}}, K_{\text{рац}}, K_{\text{э}}) \hat{Y}_q \longrightarrow \max(Y)$$

где Y - множество вариантов допустимых планов, $Y_{\text{доп}} \subset Y \subset \{Y_q\}$;

q - порядковый номер темы;

Q - общее число тем, подлежащих рассмотрению;

p - критерий вероятности получения ожидаемого результата от q -й темы.

Функция $Z(Y_{\text{опт}})$ является линейной, поэтому задача решается как задача линейного программирования.

Для прогнозирования спроса предлагается трехэтапное моделирование внешней среды: на первом этапе осуществляется прогноз потребностей, как было описано выше. На II этапе рефлексировается поведение потребителей. С этой целью строятся

следующие атрибутивные модели анализа полезности:

1. Адекватность - важность $E_{j\gamma p}^{(1)} = f_1(N_{j\gamma p}, V_{j\gamma p})$,
2. Адекватность - ценность $E_{j\gamma p}^{(2)} = f_2(N_{j\gamma p}, V_{j\gamma p})$,
3. Адекватность - стремление $\Phi_{j\gamma p} = \Phi(N_{j\gamma p}, C_{j\gamma p})$.

На основе приведенных моделей определяется намерение $\Pi_{j\gamma p}$ потребителя p приобрести продукт j :

$$\Pi_{j\gamma p} = F(E_{j\gamma p}^{(1)}, E_{j\gamma p}^{(2)}, \Phi_{j\gamma p})$$

В этих моделях $E_{j\gamma p}$ - отношение потребителя p к продукту j (k -категория продукта); $N_{j\gamma p}$ - мера отражения свойства γ в продукте j по мнению потребителя p ; $V_{j\gamma p}$ - важность (вес) свойства γ для потребителя p ; $V_{j\gamma p}$ - оценка свойства γ потребителем p ; $C_{j\gamma p}$ - стремление потребителя p иметь свойство γ в продукте; $\Phi_{j\gamma p}$ - степень готовности потребителя p приобрести продукт j со свойствами γ .

На третьем этапе осуществляется прогноз спроса. Объем спроса на j -й вид продукции k -й категории на момент прогноза t^* определяется в виде

$$S_{j\gamma p}^{kt^*} = \sum_{p=1}^{P_j^k} P_{j\gamma p} \Pi_{j\gamma p} y_j^{kt^*},$$

где $P_{j\gamma p}^{kt^*}$ - вероятность того, что не изменится $\Pi_{j\gamma p}$, $y_j^{kt^*}$ - потребность в продукте j на момент t^*

Задача прогнозирования спроса в зависимости от ТУ поставлена следующим образом: известны оценки ТУ в году t , соответственные текущему (U^t), допустимому ($U_{\text{доп}}^t$), достигнутому ($U_{\text{дост}}^t$) будущей модели. Требуется установить зависимость для "стратегического" спроса $S^t = f_1(U^t, U_{\text{доп}}^t, U_{\text{дост}}^t)$, для динамического спроса $S(t) = f_2(U_{\text{доп}}(t), U_{\text{дост}}(t), U_{\text{мод}}^t)$. Метод решения разработан при следующих допущениях: 1) $S^t(U_{\text{дост}}^t) = I$; 2) $S^t(U_{\text{доп}}^t) = 0$; 3) $S^t(U^t)$ - монотонная функция времени. Модель "статистического" спроса имеет вид

$$S(U^t) = \left(\frac{U^t - U_{\text{доп}}^t}{U_{\text{дост}}^t - U_{\text{доп}}^t} \right)^{\nu}$$

где ν - параметр функций спроса определяется в виде

$$\nu = \frac{\ln 0,5}{\ln \left[\frac{U_{\text{сп}}^t - U_{\text{доп}}^t}{U_{\text{дост}}^t - U_{\text{доп}}^t} \right]}$$

Модель "динамического" спроса имеет следующий вид:

$$S_{\text{мод}}(t) = \left(\frac{U_{\text{мод}}(t) - U_{\text{доп}}(t)}{U_{\text{дост}}(t) - U_{\text{доп}}(t)} \right)^{\nu(t)}$$

Полный (суммарный) спрос на разрабатываемую модель изделия равен

$$S_{\text{год}}^n = \sum_{t=1}^{t=N} S_t.$$

где t_1 - момент начала промышленного выпуска данной модели;

t_N - момент наступления модельного старения.

Вторая модель прогнозирования спроса на продукцию промышленного назначения является игровой. Объектом изучения при определении спроса являются процессы взаимоотношений корпорации-производителя, как главного объекта (ГО) действий, реальных и потенциальных производителей (РПП) и потребителей продукции (ПП). Процессы взаимоотношений рассматриваются как игровые многошаговые процессы с неполной информированностью участников игры.

Схематически процесс взаимоотношения определяется следующим. Главный объект, выступающий в качестве определяющей стороны, в интересах которой проводится исследование игры, на этапе а) проводит сегментацию рынка продукта, на этапе б) оценивает потенциальные возможности производителей-конкурентов, на этапе в) определяет начальный объем производимой продукции и организует многошаговый процесс взаимодействия.

Выделяются два варианта описания игры: объективное и субъективное.

В игре участвуют следующие действующие лица: ГО действий, ($i, i=1$), так как имеет место одно главное действующее лицо; потребители продукции (ПП), обозначаемые ($v, v=\overline{1, N}$); реальные или потенциальные производители ($l, l=\overline{1, L}$).

Искомыми переменными в игре являются компоненты вектора $X = (X_1, X_v, X_l)$. Выбор компонент X_1 , X_v или X_l осуществляют игроки, исходя из своих интересов (критериев эффективности),

$w_1(X_1, X_v, X_l, \beta_1)$; $w_v(X_1, X_v, X_l, \beta_v)$; $w_l(X_1, X_v, X_l, \beta_l)$,

где $\beta_1, \beta_v, \beta_l$ - случайные или неопределенные факторы.

Поведение игрока i является естественно функцией той информации, которой он может располагать о значениях β и X_v, X_l . Под обстановкой для i -го игрока будем понимать ситуацию без X_1 .

Стратегия ГО действий i -го игрока $\tilde{X}_i = X_i(X_v, X_l, \beta)$.

Расширение и уточнение информации i -м игроком об X_v, X_l и β приводит и к расширению множества стратегий и к увеличению эффективности действий ГО. Определяется производственная мощность ГО действий для начинания игры. Далее проводятся расчеты для конкретного изделия по установлению величины спроса, на которую может рассчитывать ГО действий.

Критерий эффективности определяется как функция риска в виде следующего соотношения:

$$r_1(X_j^{m_1}, \beta_1) = \Pi_j X_j^{m_1} - MF(X_j^{m_1}, w_j),$$

где Π_j - цена j -го изделия, w_j - случайная величина потребностей X_j , M - математическое ожидание, $F(X_j^{m_1}, w_j)$ - функция потерь, определяемая в виде

$$F(X_j^{m_1}, w) = F^1(X_j^{m_1}, w) \gamma(X_j^{m_1} - w) + F^2(X_j^{m_1}, w) \gamma(w - X_j^{m_1}).$$

Здесь $F^1(X_j^{m_1}, w)$ и $F^2(X_j^{m_1}, w)$ - стоимостные функции, выражающие убытки от перепроизводства и недопроизводства соответственно $\gamma(\cdot) = 1$, если $(\cdot) \geq 0$, $\gamma(\cdot) = 0$, если $(\cdot) \leq 0$.

В качестве функции эффективности принимается функция дохода

$$r(\gamma_j, \beta_0) = \Pi_j M(w_j - X_j^{m_1}),$$

где w_j - случайная величина потребностей X_j , $M(\cdot)$ - математическое ожидание.

Для определения объемов выпуска новой продукции решаются следующие задачи:

- определение партии неубыточного производства и минимального номенклатурного списка;
- расчет объемов выпуска продукции каждого наименования с учетом стоимостей всех видов.

Соответственно задача прогнозирования объемов выпуска новой продукции сформулирована как задача нелинейного программирования, в которой исходными переменными являются неубыточные объемы производства в t -й период времени. Критерием задачи является максимально ожидаемый доход. Для решения задачи разработан оригинальный метод, совмещающий направленный поиск с решением задачи линейного программирования.

В этой главе развиваются методы качественного анализа систем и распространяются на новый класс объектов - системы прогнозирования продукции промышленного назначения.

Качественный анализ системы прогнозирования потребностей и спроса на продукцию охватывает несколько сторон этой системы. Задача качественного анализа заключается в определении точности и достоверности прогноза с учетом того, что система прогнозирования включает как временные ряды, так и модели имитации. Это накладывает определенный отпечаток на выбор методов качественного анализа и их комбинирование.

Точность и достоверность прогноза определяется в первую очередь выбором метода прогнозирования.

Достоверность i -го метода прогноза определяется или коэффициентом оправдываемости прогноза, т.е. $\alpha_i = \frac{k_i^*}{k}$, $i = \overline{1, S}$, где k_i^* - число случаев оправдываемости прогноза; и σ_i среднеквадратической ошибкой, т.е.

$$\sigma_{t_1} = \sqrt{\left[\frac{1}{k-1} \cdot \sum_{t=1}^n (F_t^* - F_t)^2 \right]},$$

где F_t, F_t^* - прогнозное и фактическое значения процесса в t -й точке упреждения, $t = \overline{1, k}$; Δ - максимально допустимая погрешность получаемых прогнозных данных. Она устанавливается исходя из потребности, но не более 30 %.

После выбора α_i и $\sigma_{t_1}^*$

$$\alpha_j^* = \max_{j \neq 1} \alpha_j, \quad \sigma_{t_1}^* = \min_{j \neq 1} \sigma_{t_1}.$$

При качественном анализе системы прогнозирования производства продукции учитываются два вида ошибок: связанные с полнотой учета параметров, обуславливающих прогноз (систематические погрешности); вызванные эвристическо-стохастической природой предвидения (стохастические погрешности).

Систематические ошибки определяются в форме абсолютных и относительных погрешностей. При допущении, что абсолютная ошибка

$$\Delta = |F(t) - F^*(t)|,$$

распределена по нормальному закону, относительная погрешность феномена

$$\varepsilon = \left| \frac{\delta \sqrt{3n}}{1 + \delta \sqrt{3n}} \right| 100 \%,$$

где $\delta = \Delta / F(t)$, n - число слагаемых при определении треугольника.

В диссертации приведены значения ε в зависимости от уровня значимости α и относительной погрешности δ .

Стохастические ошибки определяются среднеквадратическими отклонениями, максимум F_{\max} и минимум F_{\min} значений динамического ряда феномена прогнозирования

$$\left\{ \begin{array}{l} \sigma_{\max} = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^{t=T} (F_{\max} - F(t))^2}{T(T-1)}}, \\ \sigma_{\min} = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^{t=T} (F_{\min} - F(t))^2}{T(T-1)}}. \end{array} \right.$$

Общие погрешности в оценке прогнозируемого феномена выражаются в виде суммы

$$\vartheta = \Delta + \mu(t) (1,96 + 3) \sigma_{\max, \min},$$

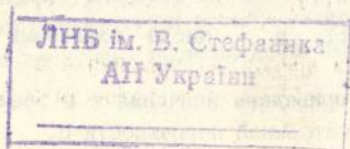
где ϑ - общие погрешности.

Для оценки точности имитационных моделей выдвигается условие $\frac{D_n}{\bar{F}_n} \leq \frac{\epsilon}{m(\zeta)}$, где

D_n - выбранное среднеквадратическое отклонение величины F за n реализаций.

\bar{F}_n - среднее значение показателя F за n реализаций, а величины ϵ и ζ связаны следующим образом

$$P \left\{ \frac{|\bar{F}_n - \mu|}{\bar{F}_n} < \epsilon \right\} = \zeta, \quad m(\zeta) = \frac{\epsilon \bar{F}_n}{\zeta_{21}}.$$



Основные положения диссертационной работы опубликованы в следующих работах:

1. Zabrodsky V. A., Raihan A. Prognostical evaluation of requirements and demand for products intended for industrial process // The Bangladesh Institute of Development Studies.— 1992. — Vol. 111, N 3. — P. 94—99.

2. Модель формирования перспективного номенклатурного списка предприятия / В. А. Забродский, А. Райхан, Т. В. Заруцкая, Г. Теошоме. — Харьков, 1993. — 6 с. — деп. в ГПНТБ Украины... 93, № 1027/93.

3. Формирование модели прогнозирования эффективности изделия в адаптивной системе , стратегического планирования / В. А. Забродский А. Райхан, Т. В. Заруцкая. — Харьков, 1993. — 8 с. — Деп. в ГПНТБ Украины... 93, 1029/93.

4. Райхман А., Ашерев А. Т. Обновление продукции и человеческий фактор / Материалы международной конференции по экономике, 21—24 июня 1993. — С.-Петербург, 1993. — С. 41—43.

Подп. в печ. 11.04.94. Формат 60×84/16. Бум. тип. № 2. Офс. печ. Усл. печ. л. 0,93. Усл. кр.-отт. 1,05. Уч.-изд. л. 1,0. Тираж 100 экз. Заказ 474.

Редакционно-издательский отдел с полиграфическим участком
Института кибернетики имени В. М. Глушкова АН Украины
252650 Киев ГСП 22, проспект Академика Глушкова, 40

4626.20

AB 29.633