

М 411832

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

МОСКОВСКОЕ ОРДЕНА ЛЕНИНА, ОРДЕНА ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ
И ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ
УЧИЛИЩЕ ИМЕНИ Н.Э.БАУМАНА

На правах рукописи

УДК 658.012.2"313"

КУДИНКИН НИКОЛАЙ НИКОЛАЕВИЧ

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
НОВЫХ ПРИБОРОВ В УСЛОВИЯХ ОГРАНИЧЕННОЙ РЕТРОСПЕКТИВНОЙ
ИНФОРМАЦИИ

08.00.05 - экономика, организация управления
и планирования народного хозяйства
(машиностроение)

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва - 1983

Работа выполнена на кафедре экономики, организации и планирования промышленных предприятий Рязанского радиотехнического института.

Научный руководитель — кандидат технических наук,
доцент ПУРТОВ С.Г.

Официальные оппоненты — доктор технических наук,
профессор ПРОСКУРЯКОВ А.В.
кандидат технических наук,
доцент ГОЛОВЛЕВ В.А.

Ведущая организация — указана в решении специализированного Совета.

Защита диссертации состоится "20" сентября 1984 г.
на заседании специализированного Совета К 053.15.16. в Московском ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции и ордена Трудового Красного Знамени высшем техническом училище имени Н.Э.Баумана по адресу: 107005, Москва Б-5.2-я Бауманская ул. дом 5

С диссертацией
Н.Э.Баумана.

Ваш отзыв на автореферат,
просим направить.

Автореферат разослан

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ СПИ
СОВЕТА К 053.16
К.Т.Н., доцент

Заказ № 7 Л-32704
Тип. МВТУ имени Н.Э.Баумана

М411832

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

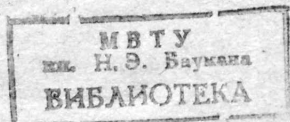
Актуальность проблемы. Повышение эффективности общественного производства, являющееся главным направлением экономического развития нашей страны как на ближайшие годы, так и на длительную перспективу, в значительной мере определяется темпами научно-технического прогресса. Одним из важнейших элементов научно-технического прогресса в сфере материального производства выступает новая техника. Ее место и роль в ускорении темпов научно-технического прогресса нашли отражение в целом ряде партийно-правительственных документов.

М411832

Выполнение стоящих перед экономикой страны задач в области ускорения темпов научно-технического прогресса самым непосредственным образом связано с прогнозированием, решающим вопросы информационного обеспечения системы планирования и управления новой техникой. Усилиями советских ученых А.И.Анчишкина, И.В.Безтужева-лады, Д.М.Гвишиани, Г.М.Доброва, С.А.Саркисяна, В.А.Лисичкина и др., а также возглавляемых ими научных коллективов разработаны теоретические основы отечественной прогностики и выполнен ряд прикладных разработок по прогнозированию развития народного хозяйства и отдельных его элементов на уровне отраслей и важнейших видов техники. Однако, отмечая успехи прогностики в целом, следует отметить, что прогнозирование технических устройств в условиях отраслевых научно-исследовательских (опытно-конструкторских) организаций и промышленных предприятий не отвечает современным требованиям теории и практики, о чем свидетельствует опыт разработки прогнозов технико-экономических показателей технических устройств в различных отраслях народного хозяйства. Это обстоятельство обусловлено рядом причин: малыми ресурсами выделяемыми в отраслевых НИИ (КБ) для решения прогнозных задач, отсутствием опыта разработки прогнозов и, прежде всего, недостаточной отработанностью средств прогностики применительно к задачам этого уровня.

Цель работы состоит в совершенствовании методов прогнозирования технико-экономических показателей приборов применительно к условиям отраслевых научно-исследовательских (опытно-конструкторских) организаций и промышленных предприятий.

Объектом исследований являются важнейшие технико-экономи-



ческие показатели новой техники: технический уровень изделий, затраты на разработку, освоение и производство технических устройств, а также система методов их прогнозирования.

В соответствии с целью и объектом исследований в диссертационной работе решаются следующие задачи:

- исследование процессов и закономерностей формирования технико-экономических показателей новой техники;
- исследование системы методов прогнозирования технико-экономических показателей новой техники;
- разработка предложений по совершенствованию методов оценки и прогнозирования технического уровня изделий;
- разработка предложений по совершенствованию методов прогнозирования затрат на новую технику.

Методологической и теоретической основой диссертационной работы явилось философское и экономическое учение классиков марксизма-ленинизма, партийно-правительственные документы по совершенствованию планирования и управления научно-техническим прогрессом, работы советских и зарубежных ученых, отраслевые конструктивные и методические материалы. Для решения поставленных в работе задач используются приемы и методы системного анализа, методы многомерной математической статистики и теории вероятностей, а также приложения этих методов для решения задач моделирования и прогнозирования технико-экономических показателей новой техники.

Научная новизна разработанных в диссертации предложений заключается в системном подходе к прогнозированию технико-экономических показателей новой техники, позволившем:

- формализовать требование состоятельности обобщенного показателя технического уровня изделий применительно к стохастическим системам;
- реализовать требование состоятельности обобщенного показателя технического уровня при моделировании его как функции от составляющих единичных показателей;
- построить и увязать прогнозные модели обобщенного показателя технического уровня как функции времени с состоятельными моделями, используемыми для его измерения;
- построить прогнозные модели затрат на новую технику, отражающие основные закономерности развития технических устройств и формирования исследуемых показателей в их динамике, и реализу-

емые в условиях ограниченных объемов ретроспективной информации;

- увязать в единый прогнозный комплекс модели технических и экономических показателей новой техники и решить на этой основе задачу оптимизации условий освоения и производства технических устройств;

- оценить экономическую эффективность повышения качества прогнозов технико-экономических показателей новой техники на основе вероятностного подхода к расчетам экономической эффективности технических устройств.

Практическая ценность разработанных в диссертации предложений заключается в повышении точности и достоверности прогнозов технико-экономических показателей, а, следовательно, в повышении обоснованности плановых и других управленческих решений по новой технике. Разработанные прогнозные модели приняты к использованию в планово-экономических расчетах в СКТУ завода "Теплоприбор" Министерства приборостроения, средств автоматизации и систем управления; основные положения диссертационной работы вошли в отраслевые методические рекомендации "Прогнозирование технико-экономических показателей новых приборов"-М., ЦНИИТЭИ приборостроения, 1982 г.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы докладывались на 5 Всесоюзных и Республиканских научно-технических конференциях и семинарах: (Киев, РДНТП УССР, апрель 1979 и 1980 г.; Ленинград, ЛДНТП, апрель 1980 - 1982 г.г.), а также ежегодно на научно-технических конференциях профессорско-преподавательского состава Рязанского радиотехнического института (Рязань, 1977 - 1982 г.г.).

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 8 работ общим объемом 6,5 печатных листов.

Объем работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, приложений и списка литературы. Общий объем диссертации составляет 239 стр. и включает 148 стр. основного текста, 29 рисунков, 45 таблиц, 7 приложений на 30 стр., список используемой литературы на 19 стр., содержащий 181 наименование.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность темы и выбор предмета исследований, формулируются цели и задачи, приводится структура диссертационной работы.

В первой главе "Технико-экономические показатели новой техники как объект прогнозирования" рассматривается современное состояние прогнозных работ по новой технике в отраслевых НИИ, КБ и на промышленных предприятиях. Здесь же исследуется природа и основные закономерности формирования технико-экономических показателей, являющихся объектами прогнозирования.

Исследование практики прогнозирования технико-экономических показателей, проведенное на материалах ряда отраслевых НИИ, КБ и промышленных предприятий Министерства электронной промышленности и Министерства приборостроения, средств автоматизации и систем управления, показало, что разработка прогнозов осуществляется преимущественно в условиях ограниченной ретроспективной информации, при этом их качество далеко не всегда отвечает потребностям практики планирования и управления новой техникой. Такой вывод базируется на распределении ошибок прогнозирования исследуемых показателей.

Таблица I

Параметры распределения ошибки прогнозирования

Показатели	Затраты на разработку		Затраты на освоение		Затраты на производство
	$\frac{S_{\varphi} - S_{np}}{S_{np}}$	$\frac{S_{ск} - S_{np}}{S_{np}}$	$\frac{S_{\varphi} - S_{np}}{S_{np}}$	$\frac{S_{н} - S_{np}}{S_{np}}$	$\frac{S_{\varphi} - S_{np}}{S_{np}}$
Математическое ожидание, %	+7,0	+1,9	-2,5	+35,4	+9,3
Среднеквадратическое отклонение, %	24,5	27,8	51,8	36,1	26,8
Среднее по модулю отклонение, %	20,3	25,4	37,5	48,6	22,3

Индекс (φ) соответствует фактическим, (np) – прогнозным, ($ск$) – скорректированным, ($н$) – нормированным затратам.

Приведенные данные тесно коррелируют с результатами исследований М.Л.Вашина, П.Н.Завлина и других ученых по различным отраслям машиностроения, что свидетельствует о неслучайном характере этого явления.

Исследование процессов формирования затрат на новую технику показало, что затраты по своей природе не противоречат прогнозированию, поскольку их формирование подчинено определенным закономерностям, в том числе и во времени. Важнейшей закономерностью формирования затрат на новую технику, исследованной в работах Г.А.Лахтина, С.А.Саркисяна, О.А.Сторожука и других уче-

ных, является соответствие уровня затрат фазам развития технических устройств. То есть, при прочих равных условиях, затраты по созданию технического устройства зависят от того, на каком этапе развития находится это устройство. Качественно указанные зависимости приведены на рис. I.

Кроме того, затраты на разработку, освоение и производство

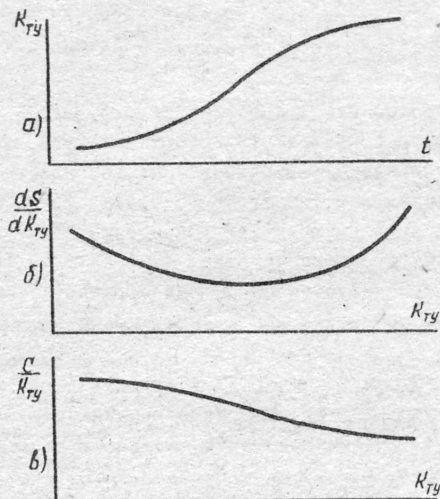


Рис. I. Зависимость экономических показателей от технического уровня изделий: а) динамика показателя технического уровня изделий; б) динамика удельных затрат на разработку; в) динамика удельной себестоимости.

технических устройств формируются под влиянием множества факторов, характеризующих как сам объект разработки (освоения, производства), так и условия его разработки (освоения, производства), причем качественно это влияние имеет универсальный, то есть не зависящий от объекта характер и описывается аналогичными математическими зависимостями.

Исследование качества статистической информации, используемой при разработке прогнозов показало, что в условиях действующей системы планирования и учета затрат на разработку и освоение, а также действующей системы материального стимулирования разработчиков, данные первичного учета и отчетности далеко не

всегда отражают фактические затраты по теме. Это обстоятельство не позволяет использовать отчетные данные для моделирования и прогнозирования затрат на новую технику. С целью повышения достоверности отчетные данные были подвергнуты корректировке и ретроспективному нормированию. При этом показатели распределения отклонений прогнозных затрат от скорректированных (нормированных) изменились в худшую сторону, что показано в табл. I. То есть

источники таких отклонений необходимо искать в системе методов прогнозирования затрат на новую технику и практике их использования.

Прогнозирование технического уровня изделий, представляющего собой непосредственно ненаблюдаемую характеристику технического совершенства, неотделимо от его измерения. На практике оценка технического уровня нередко оказывается несостоятельной, в результате чего разработанные изделия имеют низкий технический уровень и, в силу этого, являются неэффективными и не поступают в серийное производство.

В диссертационной работе на основе предложенного И.Б.Погожевным формализованного условия состоятельности обобщенных показателей развития систем сформулировано формализованное условие состоятельности обобщенного показателя технического уровня изделий и проведено исследование существующих методов оценки технического уровня на соответствие их этому условию.

Условие состоятельности формулируется следующим образом: Обобщенный показатель технического уровня как функция составляющих его единичных показателей $K_{Ty}(x_i)$ является состоятельным, если вдоль программы развития группы технических устройств (при изменении единичных показателей $x_i(t)$ на интервале времени от 0 до T функция $K_{Ty}(x_i(t))$ имеет устойчивую тенденцию к возрастанию, то есть, для любых $t_1 < t_2$ $K_{Ty}(x_i(t_1)) < K_{Ty}(x_i(t_2))$.

Исследование существующих методов сведения единичных показателей технического уровня изделий к обобщенным показало, что они далеко не всегда позволяют реализовать указанное условие состоятельности последних, а это требует совершенствования методов.

Во второй главе "Исследование методов прогнозирования технико-экономических показателей новой техники" исследуется инструмент прогнозирования технического уровня и затрат на разработку, освоение и производство технических устройств. Исследование имеет целью установление степени соответствия методов природе объекта прогнозирования и выявление условий их эффективного использования.

На настоящий момент времени для прогнозирования технико-экономических показателей новой техники используется множество методов, число которых в различных их модификациях достигает нескольких десятков. В диссертации осуществлена классификация этих методов в единой системе методов научно-технического прогноиро-

вания, предложенной и развитой в работах В.И.Каспина, В.А.Лисичкина, С.А.Саркисяна, и проведено их исследование в разрезе однородных классификационных групп. Исследования позволили очертить области эффективного использования методов различных групп применительно к объекту, целям и информационному обеспечению.

Для прогнозирования технического уровня рассматриваемых в диссертационной работе приборов наиболее приемлемыми являются методы экстраполяции тенденций обобщенных показателей. При этом необходимо решить задачу получения состоятельных оценок последних.

Из множества методов прогнозирования затрат на новую технику в наибольшей мере отвечают требованию объективности прогнозов фактографические методы и, прежде всего, методы многомерной математической статистики. Последние наиболее полно соответствуют природе формирования затрат на новую технику. Однако, область их использования существенно ограничена требованиями случайности выборки и больших объемов ретроспективной информации. Традиционные методы аналогий не предъявляют таких жестких требований к информационному обеспечению, но они и не отражают основные закономерности формирования затрат, хотя в самих методах не заложено каких-либо ограничений по этому поводу. Отсюда вытекает необходимость и возможность совершенствования методов этой группы в плане устранения отмеченных недостатков и расширения их возможностей по горизонту прогнозирования.

В третьей главе "Теоретические основы разрабатываемых методов прогнозирования" с позиций системного подхода рассматриваются методологические вопросы разработки прогнозных моделей технико-экономических показателей новой техники.

Современная теория прогностики рассматривает прогноз технико-экономических показателей новой техники как комплекс взаимосвязанных и взаимообусловленных технических и экономических прогнозов, реализация которых осуществляется в конкретных социально-экономических и организационно-технических условиях. Среди важнейших технико-экономических показателей новой техники, являющихся объектом исследования-диссертационной работы, относительно независимостью от остальных обладают показатели технического уровня изделий. Предлагаемый подход к оценке и прогнозированию обобщенных показателей технического уровня является дальнейшим развитием методов моделирования со статистической оценкой параметров моделей.

Он направлен на снижение объема экспертизы и реализацию требования состоятельности обобщенных показателей. Метод базируется на следующих теоретических положениях:

-любое техническое устройство с точки зрения системного подхода к нему обладает функцией, то есть некоторой содержательной характеристикой его назначения. Уровень проявления этой характеристики может иметь количественное измерение в форме обобщенного показателя, определяемого составляющими его единичными показателями, то есть $K_{\text{ту}}(x_i, a_i)$;

-целью развития технического устройства во времени является постоянное повышение его технического уровня, которое может быть описано зависимостью $K_{\text{ту}}(t)$. При этом изменение структуры единичных показателей во времени (от разработки к разработке) является процессом, подчиненным повышению технического уровня изделий.

Отсюда задача моделирования обобщенного показателя $K_{\text{ту}}(x_i, a_i)$ сводится к построению такой модели, свойства и законы частей которой (то есть аргументов x_i, a_i) выводятся из законов поведения целого (то есть функции $K_{\text{ту}}(t)$). При этом требование состоятельности обобщенного показателя, как функции составляющих его единичных показателей, обеспечивается соотношением $K_{\text{ту}}(x_i, a_i) = K_{\text{ту}}(t)$.

Тогда состоятельная модель обобщенного показателя может быть построена путем минимизации функционала

$$\sum_{j=0}^m [K_{\text{ту}}(t_j) - K_{\text{ту}}(x_i(t_j); a_i)]^2 \Rightarrow \min, \quad (I)$$

где $K_{\text{ту}}(t_j)$ - значения обобщенного показателя технического уровня изделий, разработанных в $t_j, j = \overline{0, m}$ году;

$x_i(t_j)$ - значения i -го $i = \overline{1, n}$ единичного показателя технического уровня изделий, разработанных в $t_j, j = \overline{0, m}$ году;

a_i - искомые параметры модели.

Моделирование обобщенного показателя технического уровня осуществляется в следующей последовательности:

На первом этапе моделируется обобщенный показатель как функция времени. Форма зависимости $K_{\text{ту}}(t)$ выбирается из класса монотонно возрастающих функций, отражающих основную законо-

мерность развития технических устройств во времени. Параметры модели оцениваются методом эвристической формализации.

На втором этапе вычисленным на ретроспективе согласно $K_{ty}(t)$ значениям обобщенного показателя ставятся в соответствие ряды единичных показателей и минимизируя функционал (I) находятся коэффициенты модели $K_{ty}(x_i, a_i)$ наперед заданного вида. Использование для моделирования $K_{ty}(x_i, a_i)$ определенным образом организованных программ позволяет одновременно решить задачу отбора факторов, то есть задачу формирования необходимой и достаточной номенклатуры единичных показателей x_i .

На третьем этапе корректируется модель $K_{ty}(t)$, для чего вычисленным по модели $K_{ty}(x_i, a_i)$ значениям обобщенного показателя ставятся в соответствие годы разработки технических устройств и методом наименьших квадратов оцениваются параметры модели $K_{ty}^*(t)$.

Таким образом, предлагаемый подход позволяет построить систему взаимосвязанных состоятельных моделей обобщенных показателей технического уровня как функции времени $K_{ty}(t)$ и как функцию составляющих его единичных показателей $K_{ty}(x_i, a_i)$. При этом первые модели могут быть использованы для прогнозирования, а вторые для измерения (оценки) технического уровня изделий, что отвечает целям диссертационной работы.

Исследование процессов формирования затрат на новую технику показало, что уровень этих затрат зависит от множества факторов и с точностью до случайной составляющей может быть описан функцией вида

$$Z = F(K_1, K_2, \dots, K_n, x_i), \quad (2)$$

где $K_1, K_2, \dots, K_n$ — наиболее существенные факторы, характеризующие конструктивно-технологические особенности изделия, а также условия его разработки, освоения, производства и эксплуатации;

x_i — единичные показатели технического уровня изделия.

Модель затрат на новую технику как многомерная функция факторов их определяющих ищется среди множества функций вида

$$Z = f_1(K_1) f_2(K_2) \dots f_n(K_n) f_{n+1}(x_i). \quad (3)$$

В предположении, что известны аналитические выражения $f_j(K_j)$ можно осуществить приведение затрат в единые условия действия факторов K_j .

$$Z^n = \frac{Z}{f_1(K_1) \cdot f_2(K_2) \dots f_n(K_n)} = f_{n+1}(x_i) \quad (4)$$

Тогда, если существуют зависимости $Z^n = f_{n+1}(x_i)$ и $K_{Ty} = \varphi(x_i)$, то существует и зависимость $Z^n = \psi(K_{Ty})$. Согласно рабочей гипотезы эта связь затрат с обобщенным показателем технического уровня описывается зависимостями изображенными на рис. I.

Для затрат на разработку технического устройства

$$\frac{\Delta S^n}{\Delta K_{Ty}} \approx \frac{S^n}{K_{Ty}} \approx \theta(K_{Ty}) \quad \text{или} \quad S^n = \int_{K_{Ty}}^{K_{Ty2}} \theta(K_{Ty}) \Delta K_{Ty} \quad (5)$$

Для затрат по освоению технического устройства

$$\frac{Z^n}{K_{Ty}} = \varphi(K_{Ty}) \quad \text{или} \quad Z^n = \varphi(K_{Ty}) \cdot K_{Ty} \quad (6)$$

Для затрат на производство технического устройства

$$\frac{C^n}{K_{Ty}} = U(K_{Ty}) \quad \text{или} \quad C^n = U(K_{Ty}) \cdot K_{Ty} \quad (7)$$

Отсюда модели затрат на новую технику примут вид

$$S = \prod_{j=1}^m f_j(K_j) \int_{K_{Ty1}}^{K_{Ty2}} \theta(K_{Ty}) \cdot \Delta K_{Ty}; \quad (8)$$

$$Z = \prod_{j=1}^m f_j(K_j) \varphi(K_{Ty}) \cdot K_{Ty}; \quad (9)$$

$$C = \prod_{j=1}^m f_j(K_j) U(K_{Ty}) \cdot K_{Ty} \quad (10)$$

Построение моделей затрат (8-10) по конкретным видам технических устройств связано с решением задачи выбора наиболее существенных факторов K_j , определения формы и отыскания коэффициентов в разложении функций $f_j(K_j)$, $\theta(K_{Ty})$, $\varphi(K_{Ty})$, $U(K_{Ty})$, $K_{Ty}(t)$, $K_{Ty}(x_i)$.

Отбор наиболее значащих факторов K_j осуществляется путем последовательного усечения их множества по ряду критериев: возможности получения количественной информации на стадии разработки прогноза; наличию причинно-следственных и статистических связей между факторами; удобству получения информации по факторам; коррелированности факторов с затратами.

Вид функций приведения затрат в единые условия формирования выбирается из условия содержательного отражения влияния факторов на затраты. Применительно к рассматриваемым в диссертации техни-

ческим устройствам и отобранными факторами эти функции согласно исследованиям Л.В.Барташева, К.Я.Дубаускаса, Д.С.Львова и ряда других ученых имеют следующий вид:

Таблица 2

Вид функций приведения затрат на новую технику

Факторы	Разработка изделия	Освоение изделия	Производство изделий
Уровень унификации	$a + \text{вexp}(-a K_{ун})$	$a + \text{вexp}(-a K_{ун})$	$a + \text{вexp}(-a K_{ун})$
Сложность-новизна	$K_{с.н}$	$K_{с.н}$	$K_{с.н}$
Сериальность	$a + b K_{сер}^a$	$a + b K_{сер}^a$	$a + \text{вexp}(-a K_{сер})$
Технологическая оснащенность	—	$a + b K_{осн}^a$	$a + \text{вexp}(-a K_{осн})$
Прогрессивность технологии	—	$a + b K_{пт}^a$	$a + \text{вexp}(-a K_{пт})$
Оргтехуровень организации	$\exp[-\beta(t-t_0)]$	$\exp[-\beta(t-t_0)]$	$\exp[-\beta(t-t_0)]$

Коэффициенты в разложении указанных функций имеют вполне определенный физический смысл и оцениваются с помощью методов математической статистики, аналитически, либо экспертно.

Далее ретроспективные данные по затратам на создание технических устройств приводятся к единым условиям действия отобранных факторов согласно (4) и рассчитываются удельные приведенные затраты (5,6,7). Для этого используются модели обобщенного показателя технического уровня $K_{ту}(x_i, a_i)$. Вычисленным таким образом удельным приведенным затратам ставятся в соответствие значения обобщенного показателя технического уровня изделий и статистически восстанавливаются функции $\theta(K_{ту})$, $\varphi(K_{ту})$, $U(K_{ту})$. Согласно рис.1 эти функции ищутся среди множества зависимостей вида:

$$\theta(K_{ту}) = a_1 K_{ту}^2 + a_2 K_{ту} + a_3; \quad (II)$$

$$\varphi(K_{ту}) = a; \quad (I2)$$

$$\dot{U}(K_{ту}) = a_1 + a_2 \exp(-a_3 K_{ту}). \quad (I3)$$

Задача статистического восстановления этих функций может быть решена при объемах выборки больших числа констант в искомым зависимостях. То есть метод может быть реализован на ретроспективной информации соответствующей четырем и более образцам изделий анализируемой группы. Такие модели содержательно отражают основные закономерности формирования затрат на новую технику в

их динамике, что создает предпосылки для успешного их использования как для кратко-, так и для средне- и долгосрочного прогнозирования в условиях ограниченной ретроспективной информации.

В четвертой главе "Разработка и исследование прогнозных моделей технико-экономических показателей новой техники" осуществляется апробация предлагаемого метода разработки прогнозных моделей на четырех группах технических устройств: резонансных уровнемеров, высокочастотных сигнализаторов уровня, оптических квантовых генераторов и газоразрядных стабилитронов тлеющего разряда. Выбор этих групп приборов, находящихся на различных стадиях развития обусловлен необходимостью экспериментальной проверки гипотезы, положенной в основу метода. Здесь же проведено исследование полученных моделей и способов их построения на соответствие основным принципам прогнозирования.

Разработанные модели технического уровня и затрат на разработку, освоение и производство резонансных уровнемеров приведены ниже.

$$K_{ту} = \frac{1}{1 + 4,56 \exp [0,176 (t - 1959)]}; \quad (I4)$$

$$K_{ту} = 0,90 g_1^{0,042} g_2^{0,026} g_3^{0,018}; \quad (I5)$$

$$S = [1 + 0,49 \exp (-2,4 K_{ун})] (0,85 + 0,15 K_{сер}^{1,7} \cdot K_{сн} \exp [-0,01 (t - 1959)]) \times \\ \times \int_{K_{ту}}^{K_{ту2}} (446,1 K_{ту}^2 - 686,0 \cdot K_{ту} + 265,7) dK_{ту}; \quad (I6)$$

$$З = [1 + 0,25 \exp (-2,4 K_{ун})] (0,895 + 0,105 \cdot K_{пр}^{1,7} \cdot K_{сн} \times \\ \times (0,677 + 0,323 K_{осн}^{1,7}) \exp [-0,01 (t - 1974)] \cdot 40,81 \cdot K_{ту2}; \quad (I7)$$

$$C = [1 + 0,28 \exp (-2,4 K_{ун})] [1 + 0,22 \exp (-2,4 K_{осн})] [1 + 0,15 \exp (-2,4 K_{пр})] \times \\ \times [1 + 0,266 \exp (-2,4 K_{сер})] K_c \exp [-0,01 (t - 1975)] \times \\ \times [396,1 + 172,2 \exp (-9,73 (K_{ту2} - 0,753))] K_{ту2}, \quad (I8)$$

где g_1 - диапазон измерения прибора;

g_2 - класс точности прибора;

g_3 - скорость слежения (изменения уровня);

$K_{ун}$ - коэффициент унификации прибора;

$K_{сер}$ - коэффициент серийности;

$K_{сн}$ - коэффициент сложности-новизны;

$K_{осн}$ - коэффициент технологической оснащенности;

- $K_{пт}$ - коэффициент прогрессивности технологии;
 $K_{гч_2}$ - обобщенный показатель технического уровня
 исследуемого прибора;
 $K_{гч_1}$ - обобщенный показатель технического уровня
 предшествующего прибора.

Исследование полученных прогнозных моделей показало, что они отвечают основным принципам прогнозирования: принципу непрерывности, верифицируемости, согласованности, вариантности, но не в полной мере реализуют принцип системности, требующий взаимоувязанности и соподчиненности прогнозов объекта прогнозирования и прогнозного фона. Действительно, уровень затрат на новую технику, при прочих равных условиях, определяется факторами, характеризующими условия формирования этих затрат, то есть прогнозным фоном, что и отражают разработанные модели. С другой стороны, формирование затрат на новую технику относится к такому классу процессов, когда прогнозный фон не только определяет этот процесс, но и сам формируется в зависимости от уровня определяемых им экономических показателей. То есть существуют как прямые, так и обратные связи между затратами на новую технику и условиями ее разработки, освоения и производства, причем обратные связи в моделях (I6-I8) не реализуются.

Для того, чтобы прогнозные модели затрат отвечали принципу системности в полной мере, необходимо дополнить их моделями, отражающими обратное влияние затрат на условия их формирования. Исходя из сущности исследуемого процесса такими моделями могут и должны быть зависимости, отражающие прямые связи и позволяющие минимизировать суммарные приведенные затраты по созданию технических устройств, то есть

$$\begin{aligned}
 & [S(K_j, K_{гч}) + Z(K_j, K_{гч}) + K_{пр}] \cdot E_n + C(K_j, K_{гч}) \cdot N \Rightarrow \min, \\
 & K_{j \min} \leq K_j \leq K_{j \max},
 \end{aligned}
 \quad (I9)$$

- где $S(K_j, K_{гч})$ - модель затрат на разработку прибора вида (8);
 $Z(K_j, K_{гч})$ - модель затрат на освоение прибора вида (9);
 $C(K_j, K_{гч})$ - модель затрат на производство прибора вида (10);
 $K_{пр}$ - капитальные затраты в производство исследуемого прибора;
 E_n - нормативный коэффициент экономической эффективности;
 N - годовая программа выпуска исследуемого прибора.

Таким образом, дополнение системы прогнозных моделей (I4-I8)

моделью (19) позволяет реализовать принцип системности прогнозирования и дает возможность разработать прогноз затрат на новую технику применительно к оптимальным условиям их формирования. Такая задача в диссертационной работе решена по группе резонансных уровней.

Наиболее существенным принципом, реализации которого в известной мере подчинены все остальные, является принцип рентабельности прогнозирования, требующий превышения эффекта от использования прогнозов над затратами связанными с разработкой последних. Применительно к условиям диссертационной работы, заключающейся в совершенствовании методов прогнозирования, необходимо оценить сравнительную экономическую эффективность разработанных предложений. Предлагаемый метод в условиях ограниченной ретроспективной информации позволяет повысить адекватность и точность прогнозных моделей по сравнению с традиционными методами аналогий, что подтверждается данными табл. I и табл. 3.

Таблица 3

Параметры распределения ошибки моделирования

Показатели	Затраты на разработку	Затраты на освоение	Затраты на производство
Математическое ожидание, %	- 4,8	- 1,0	+2,0
Среднеквадратическое отклонение, %	22,3	11,0	9,1
Среднее по модулю отклонение, %	17,3	10,4	8,2

Исследование разработанных в диссертации предложений и прогнозных моделей на соответствие принципу рентабельности базируется на вероятностном подходе к расчетам экономической эффективности новой техники, изложенном в работах А.С. Запаснюка, Ю.И. Ковылева, К.Ф. Пузыни и заключается в следующем:

Ожидаемый экономический эффект новой техники, рассчитываемый при технико-экономическом обосновании темы и являющийся важнейшим критерием для включения темы в тематический план, базируется на использовании прогнозной информации об основных технико-экономических показателях анализируемого технического устройства. В силу того, что прогнозная информация имеет вероятностный характер, то ожидаемый экономический эффект всегда является случайной величиной с присущими ему параметрами распределения. То есть всегда существует некоторая вероятность того, что НИОКР, включенный в тематический план на основании положительного ожидаемого

экономического эффекта окажется неэффективной, разработанное изделие не будет производиться и использоваться, а, следовательно, затраты на его создание окажутся бросовыми. При этом вероятность такого исхода будет тем выше, чем больше величина дисперсии $\sigma^2(z)$ ожидаемого экономического эффекта. А поскольку величина дисперсии $\sigma^2(z)$ определяется точностью прогнозирования основных технико-экономических показателей разрабатываемого устройства, то повышение точности прогнозов приводит к снижению вероятности реализации экономического эффекта в области отрицательных значений, то есть ведет к высвобождению средств. Количественно оценивать эту экономию предлагается следующим образом:

Закон распределения ожидаемого экономического эффекта как композиции множества случайных величин с законами распределения близкими к нормальному тоже будет нормальным. Тогда вероятность попадания экономического эффекта в область отрицательных значений при положительном математическом ожидании определится

$$\rho(z) = \int_{-\infty}^0 \frac{1}{\sigma(z)\sqrt{2\pi}} \exp \left\{ -\frac{[z - M(z)]^2}{2\sigma^2(z)} \right\} dz \quad (20)$$

или средняя вероятность такого исхода на всем интервале возможных положительных значений ожидаемого экономического эффекта

$$\bar{\rho}(z) = \frac{1}{z_{\max} - M(z) - 0} \int_{M(z)-0}^{M(z)-z_{\max} 0} \frac{1}{\sigma(z)\sqrt{2\pi}} \exp \left\{ -\frac{[z - M(z)]^2}{2\sigma^2(z)} \right\} dz. \quad (21)$$

Отсюда высвобождение средств при использовании для прогнозирования технико-экономических показателей новой техники более точных моделей определится

$$\Delta S = [\bar{\rho}_1(z) - \rho_2(z)] S, \quad (22)$$

где S — сметная стоимость разработки.

Выполненные таким образом расчеты показали, что использование разработанных в диссертации прогнозных моделей в планово-экономических расчетах СКТБУ завода "Теплоприбор" снижает вероятность включения в тематический план экономически неэффективных разработок с 12,4% до 4,4% и позволяет получить годовой экономический эффект 48 тыс. рублей.

В заключении формулируются основные научные результаты диссертационной работы и некоторые направления дальнейшего развития разработанных предложений. Основные научные результаты диссертационной работы сводятся к следующему:

1. Сформулировано формализованное условие состоятельности

обобщенного показателя технического уровня изделий.

2. Разработан метод моделирования обобщенного показателя технического уровня, реализующий условие состоятельности последнего и увязывающий прогнозные модели технического уровня с моделями, используемыми для его измерения.

3. Разработан метод моделирования затрат на новую технику базирующийся на использовании основных закономерностей формирования последних в их связи с закономерностями технического развития, реализуемый в условиях ограниченной ретроспективной информации.

4. Построен комплекс взаимосвязанных прогнозных моделей технических и экономических показателей приборов и решена на этой основе задача оптимизации условий их освоения и производства.

5. На основе вероятностного подхода к расчету экономической эффективности новой техники разработан метод оценки экономической эффективности повышения качества прогнозирования основных технико-экономических показателей технических устройств.

Основные положения диссертации изложены в следующих работах:

1. Проблемы использования фактографических методов для прогнозирования развития новой техники. /Иванова Т.Б., Кудинкин Н.Н., Терехин В.И., Федотов Н.И. - Проблемы развития теории прогнозтики и практики прогнозирования: Материалы краткосрочного семинара. Ленинград, ЛДНП, 1980, с.86-90.

2. Кудинкин Н.Н. Количественная оценка технического уровня изделий. - В сб. Вопросы повышения эффективности разработки, производства и эксплуатации РЭА. Рязань, РРТИ, 1982, с.18-23.

3. Кудинкин Н.Н. Прогнозирование затрат на производство новой техники в условиях малой выборки. - В сб. Вопросы повышения эффективности разработки, производства и эксплуатации РЭА. Рязань, РРТИ, 1982, с.23-28.

4. Прогнозирование технико-экономических показателей новых приборов: Методические рекомендации. /В.И. Терехин, В.В. Юревич, Н.Н. Кудинкин и др. - М.: ЦНИИТЭИ приборостроения, 1982. - 78с.

