ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
СОЮЗА ССР

КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ
ОБЪЕКТОВ СТАНДАРТИЗАЦИИ

МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОПЕРЕЖАЮЩЕЙ СТАНДАРТИЗАЦИИ

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

ГОСТ 18.301—76

Издание официальное

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ
Москва

УДК 389.6(083.9) : 006.354 Группа Т51

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

Количественные методы оптимизации параметров объектов стандартизации

МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОПЕРЕЖАЮЩЕЙ СТАНДАРТИЗАЦИИ

Основные положения

ГОСТ 18.301—76

Quantitative methods for parameters optimization of standartization subjects.
Methods for providing of advansing standartization.
Basic aspects

Постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 19 апреля 1976 г. № 856 срок действия установлен

с 01.01.1977 г.
до 01.01.1982 г.

Настоящий стандарт устанавливает основные положения по применению методов обеспечения опережающей стандартизации.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Опережающая стандартизация — важнейшее средство управления параметрами объектов стандартизации.

При опережающей стандартизации устанавливают оптимальные по выбранному критерию требования на срок действия стандартов.

1.2. Объектами опережающей стандартизации являются продукция и процессы, параметры которых и возможности по их обеспечению изменяются в течение срока действия стандарта, а также нормы, правила, требования к этой продукции и процессам.

1.3. Обязательными признаками опережающей стандартизации являются:

наличие времени упреждения, которое должно быть оптимальным для конкретных условий и критерия оптимизации;

оптимальность требований стандарта на срок его действия.

1.4. Сущность опережающей стандартизации заключается в установлении параметров на основе динамической (или квазистатической) оптимизации их значений с учетом прогнозов исходных данных (зависимостей спроса, затрат, ограничений от параметров объектов и времени, и частично самих параметров).

1.5. Оптимизацию при опережающей стандартизации проводят исходя из следующих особенностей:

Издание официальное ★ **Перепечатка воспрещена**

Переиздание. Сентябрь 1978 г.

© Издательство стандартов, 1979

процесс изменения параметров объектов и возможности по их обеспечению имеют динамический характер;

исходные данные для оптимизации определяют с применением методов прогнозирования;

наличие неопределенностей в исходной информации для прогнозирования:

для функций спроса (потребности),

для диапазонов изменения оптимизируемых параметров,

для социальных, эргономических, экологических, технико-экономических и других ограничений,

для основных связей с другими объектами стандартизации,

для целевых функций.

1.6. Разработка прогнозов при опережающей стандартизации предполагает возможность управления объектами стандартизации на срок действия стандарта.

1.7. При опережающей стандартизации следует применять для прогнозирования исходных данных и частично самих параметров следующие основные группы моделей, результаты которых включают в общую модель оптимизации параметров объектов стандартизации в качестве основных блоков (ГОСТ 18.101—76):

модели, описывающие изменение характеристик объекта при определенном принципе его действия (эволюционные модели);

модели, предназначенные для определения сроков использования определенного принципа действия объекта, и в том числе моментов перехода к объекту, действующему на новом принципе.

1.7.1. К первой группе относятся математические имитационные модели, балансовые модели межотраслевого типа, а также экспериментальные модели, применяемые для установления взаимосвязей между основными значениями параметров.

1.7.2. Ко второй группе относятся модели расширенного воспроизводства, учитывающие влияние предыстории изменения параметров объектов стандартизации на их значения в будущем. При помощи моделей этой группы определяют сроки применения результатов эволюционного моделирования.

1.8. Для проведения работ по прогнозированию при опережающей стандартизации требуется следующая информация:

статистические ряды значений единичных показателей качества продукции за возможно более длительный период времени;

данные о спросе (потребности);

данные об изменении объемов выпуска продукции:

сведения о характере организационных перестроек производства;

планы расширения производственных мощностей;

структурные схемы производства и соответствующие им длительности производственных циклов.

1.9. Основные термины, применяемые в стандарте, и определения соответствующих им понятий приведены в справочном приложении 1.

2. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОБЪЕКТОВ СТАНДАРТИЗАЦИИ

2.1. **Классификация методов прогнозирования**

2.1.1. В общем случае прогнозируют процессы двух видов:

детерминированные;

стохастические.

2.1.2. При опережающей стандартизации следует применять методы прогнозирования следующих групп

моделирования,

экстраполяции,

эвристические.

Методической основой прогнозирования при опережающей стандартизации является моделирование.

2.1.3. Следует применять следующие виды моделирования:

математическое,

физическое,

имитационные модели.

2.2. **Определение областей применения и основных ограничений для различных групп методов прогнозирования**

2.2.1. Методы моделирования следует применять на всех этапах работ по прогнозированию параметров объектов стандартизации.

Ограничения по применению методов моделирования определяются системой допущений, принятой при построении моделей, и точностью исходной информации (справочное приложение 2).

2.2.2. Методы экстраполяции допускается применять только при предварительных расчетах параметров объектов стандартизации в случаях, когда во время упреждения не предполагают изменения условий развития объекта стандартизации по сравнению с периодом, выбранным в качестве базового.

2.2.3. Эвристические методы допускается применять при определении основных допущений для построения прогнозирующих моделей и оценки их результатов, на стадии предварительных оценок параметров, когда применять методы прогнозирования остальных групп затруднительно или невозможно.

2.3. Особенность прогнозирования параметров объектов стандартизации определяется многоуровневым характером показателей объектов стандартизации. В стандарте должны быть указаны требования к единичным показателям качества и параметрам. Значения этих единичных показателей, многие из которых взаимосвязаны, определяют только на основе предварительного прогнозирования комплексных (интегральных) показателей.

Прогнозирование параметров объектов стандартизации проводят в несколько этапов: агрегирование единичных показателей в комплексные (интегральные), прогнозирование комплексных (интегральных) показателей и дезагрегирование их значений до единичных.

2.4. **Прогнозирование научно-технического уровня объектов стандартизации**

Прогнозирование научно-технического уровня объектов стандартизации проводят для определения возможных диапазонов значений параметров объектов стандартизации в течение времени упреждения. Этими значениями в дальнейшем пользуются при оптимизации требований, закладываемых в стандарты, в качестве ограничений или технических целевых функций (ГОСТ 18.001—76).

2.4.1. *Классификация методов прогнозирования научно-технического уровня объектов стандартизации*

2.4.1.1. При прогнозировании научно-технического уровня объектов стандартизации следует пользоваться методами, указанными в пп. 2.1 и 2.2.

2.4.1.2. При прогнозировании научно-технического уровня объектов стандартизации применяют исходную информацию следующих видов:

статистические ряды значений единичных показателей технического уровня, составленные на основе данных, приведенных в стандартах, каталогах, технических описаниях и другой технической документации;

данные патентной информации, а также материалы фундаментальных и прикладных исследований, результаты опытно-конструкторских разработок;

статистические данные, характеризующие времена перехода от исследований к массовому производству в зависимости от показателей технического уровня объектов стандартизации (справочное приложение 3).

2.4.1.3. Основным методом прогнозирования научно-технического уровня объектов стандартизации является моделирование, на основе которого решаются следующие задачи:

прогнозирование значений единичных и комплексных показателей научно-технического уровня объектов стандартизации;

прогнозирование критических уровней параметров объектов стандартизации, обеспечивающих сохранение фиксированного принципа действия объекта;

прогнозирование параметров объекта стандартизации после перехода к новому принципу его действия.

2.4.1.4. Основная особенность прогнозирования научно-технического уровня объектов стандартизации заключается в необходимости учета:

влияния предыстории развития объекта на его параметры во время упреждения (сроков строительства и ввода производственных мощностей, сроков перехода от лабораторных исследований к массовому производству, уровня научно-технического прогресса, достигнутого к текущему моменту, и темпов роста этого уровня и т. д.);

влияния решений, принимаемых во время упреждения, на параметры объекта стандартизации.

2.5. **Прогнозирование спроса (потребности)**

2.5.1. Прогнозирование спроса (потребности) как функции параметров объекта стандартизации проводят для определения функции спроса, которую применяют при оптимизации в качестве ограничения или целевой функции (ГОСТ 18.001—76).

2.5.2. *Классификация методов определения функции спроса (потребности)*

2.5.2.1. Различают два подхода к изучению и прогнозированию спроса:

балансовый,

нормативный.

2.5.2.2. При прогнозировании функции спроса применяют статистические данные:

бюджетные,

торговые,

комбинированные (сочетание бюджетной и торговой статистики).

2.5.2.3. Методы определения функции спроса можно классифицировать в зависимости от:

основного принципа ее нахождения,

способа учета изменений во времени,

организации работ.

2.5.2.4. В зависимости от основного принципа нахождения функции спроса различают методы следующих групп:

обработка статистики спроса,

определение функции спроса по косвенным данным,

поэтапное дезагрегирование функции спроса.

2.5.2.5. В зависимости от способа учета изменений во времени применяют:

динамические математические модели,

методы экстраполяции.

2.5.2.6. В зависимости от организации работ различают:

последовательное суммирование заявок,

определение суммарного спроса без рассмотрения его составляющих.

2.5.3. *Особенности прогнозирования спроса на товары народного потребления*

2.5.3.1. Спрос на товары народного потребления определяющим образом зависит от числа возможных потребителей, распределения потребителей по доходам и уровня цен.

2.5.3.2. Следует применять функции спроса типа средних взвешенных геометрических и средних взвешенных арифметических.

При опережающей стандартизации в общем виде в функции спроса должны входить параметры продукции и время.

2.5.3.3. Функции спроса на товары длительного пользования содержат две составляющие:

первичный спрос,

спрос на замену.

2.5.3.4. При дефиците функция спроса ограничена возможностями производства. В этом случае срок эксплуатации продукции больше оптимального. Это приводит к неоправданно высоким затратам на эксплуатацию.

2.5.3.5. При удовлетворенном спросе определяющим является спрос на замену. Срок эксплуатации продукции в этом случае ближе к оптимальному.

2.5.4. *Особенности прогнозирования потребности в продукции производственного назначения*

2.5.4.1. При прогнозировании спроса (потребности) в продукции производственного назначения применяют методы:

моделирования,

нормативные,

экстраполяции,

непосредственного счета.

2.5.4.2. Методы моделирования применяют для учета влияния изменения потребностей и возможностей на параметры объектов стандартизации при среднесрочном и долгосрочном прогнозировании.

2.5.4.3. Нормативные методы следует применять при разработке среднесрочных прогнозов потребности по укрупненной номенклатуре.

2.5.4.4. Экстраполяция спроса (потребности) заключается в продолжении имевшихся ранее тенденций в изменении потребления или соотношения между объемом производства и потребностью.

Методы экстраполяции можно применять для получения ориентировочных данных или для разработки среднесрочных прогнозов по составляющим, не оказывающим существенного влияния на суммарную потребность.

2.5.4.5. При применении методов непосредственного счета последовательно суммируют заявки, составляемые по детальной но-

менклатуре показателей, которые затем последовательно укрупняются. Эти методы могут применяться для определения текущей потребности (время упреждения 1—2 года).

2.6. **Прогнозирование экологических и эргономических показателей**

2.6.1. Прогнозирование эргономических и экологических показателей производят для учета при оптимизации параметров объектов стандартизации требований, связанных:

с охраной окружающей среды созданием устойчивых управляемых экологических систем «человек — окружающая среда»,

с эргономическими показателями.

2.6.2. *Классификация методов прогнозирования экологических и эргономических показателей*

2.6.2.1. При прогнозировании экологических показателей применяют:

имитационное моделирование,

динамические модели устойчивых экологических систем.

Основная задача прогнозирования — определение областей существования устойчивых экологических систем.

2.6.2.2. При прогнозировании экологических показателей применяют исходную информацию следующих видов:

структуру рассматриваемой экологической системы;

количественные показатели воздействия человека на окружающую среду;

характер взаимодействий между элементами экологической системы и между человеком и окружающей средой.

2.6.2.3. Основным методом прогнозирования экологических показателей является имитационное моделирование, на основе которого:

прогнозируют развитие экологической системы на время упреждения;

оценивают влияние предыстории развития экологической системы на ее последующее развитие при неизменном характере управляющих воздействий;

оценивают последствия взаимодействия человека и природы при определенных управляющих воздействиях.

2.6.2.4. Основная особенность прогнозирования экологических показателей заключается в необходимости учета:

достаточно быстрого влияния деятельности человека на природу;

медленного и трудоемкого процесса создания (восстановления) устойчиво функционирующих экологических систем.

3. МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ОПТИМИЗАЦИИ ПРИ ОПЕРЕЖАЮЩЕЙ СТАНДАРТИЗАЦИИ

3.1. Для определения параметров объектов при опережающей стандартизации необходимо выполнить следующие основные процедуры:

прогнозирование исходных данных для включения их в основные блоки оптимизации (ГОСТ 18.101—76);

составление основных блоков оптимизации применительно к стандартизуемому объекту (построение модели) и определение целевой функции оптимизации;

процесс решения задачи оптимизации, т. е. составление алгоритма оптимизации и вычисление параметров объекта стандартизации;

повторение процесса определения оптимальных параметров для уточнения их значений периодически при появлении новых данных о ходе реализации процесса;

анализ чувствительности оптимальных параметров к изменению исходных данных.

3.2. Для решения задач опережающей стандартизации необходимо определить:

момент начала производства объекта стандартизации;

оптимальные требования к значениям параметров объекта стандартизации;

момент окончания производства объекта стандартизации с данными значениями параметров;

оптимальные требования к новому объекту стандартизации.

При решении конкретной задачи определения требований, закладываемых в стандарты, в зависимости от точности прогнозов исходной информации допускается оптимизировать как все указанные в настоящем пункте величины для нескольких новых последовательных объектов стандартизации, так и отдельные из них, например, момент начала производства объектов стандартизации и оптимальные требования в этот момент времени. Практически при опережающей стандартизации при уточнении исходных данных корректируют последующие требования, закладываемые в стандарты.

3.3. Установление оптимальных требований, закладываемых в стандарты при опережающей стандартизации, следует рассматривать как многоэтапный процесс: сначала точно определяют момент начала производства объектов стандартизации и ориентировочные требования к новому объекту, затем по мере получения новой информации эти требования уточняют. Срок действия стандартов не должен превышать время упреждения прогноза, а требования, заложенные в стандарте, устанавливают допускаемые откло-

нения параметров, получаемых при разработке, производстве и эксплуатации, от оптимальных.

3.4. Для математического обеспечения работ по методам оптимизации требований при опережающей стандартизации необходимо разработать:

типовые имитационные модели,

стандартные программы анализа и обработки экспериментальных данных,

определения единичных показателей,

построения комплексных показателей по результатам применения имитационных моделей,

оптимизации единичных показателей,

оптимизации комплексных показателей,

определения сроков применения единичных показателей,

определения сроков применения комплексных показателей.

3.5. Оптимизировать значения показателей в условиях неопределенностей при опережающей стандартизации следует на основе:

методов теории игр, обеспечивающих определение гарантированных оценок (оптимальные значения параметров в этом случае соответствуют гарантированным стратегиям);

методов теории чувствительности, обеспечивающих малую чувствительность целевых функций к основным определяемым параметрам;

методов теории инвариантности, обеспечивающих независимость целевых функций от неопределенной информации.

3.6. Общие положения по учету неопределенностей установлены в ГОСТ 18.101—76.

3.7. Примеры применения методов оптимизации при опережающей стандартизации приведены в справочных приложениях 4 и 5.

3.8. Примеры разработанных опережающих стандартов приведены в справочном приложении 6.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
Справочное

ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В СТАНДАРТЕ, И ОПРЕДЕЛЕНИЯ СООТВЕТСТВУЮЩИХ ИМ ПОНЯТИЙ

Термин	Определение
Опережающая стандартизация	По ГОСТ 1.0—68
Показатель качества продукции	По ГОСТ 15467—70
Единичный показатель качества продукции	По ГОСТ 15467—70
Комплексный показатель качества продукции	По ГОСТ 15467—70
Интегральный показатель качества продукции	По ГОСТ 15467—70
Время упреждения прогноза	Интервал между будущим моментом времени, когда необходимо знание показателей качества продукции для принятия обоснованных решений по стандартизации, и моментом начала разработки прогноза
Длительность производственного цикла	Время, затрачиваемое на разработку, внедрение и производство объекта стандартизации
Детерминированные процессы	Процессы, характеризующиеся закономерными связями между показателями
Стохастические процессы	Процессы, характеризующиеся случайными связями между показателями
Агрегирование	Преобразование модели в модель с меньшим числом переменных или ограничений
Дезагрегирование	Преобразование агрегированных переменных в исходные
Имитационная модель	Динамическая модель системы, описывающая организационную структуру, материальные и информационные потоки
Модель межотраслевого баланса	Модель экономики, учитывающая комплексные взаимосвязи отраслей производственной сферы

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Справочное

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О МЕТОДАХ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

1. **Методы моделирования**

1.1. При имитационном моделировании система представляется материальными и информационными потоками. Существенным при моделировании считается учет времени, необходимого для управления и работы в каждом звене. После составления модели (при заданной организации системы) при ее применении проводят исследования, направленные на определение звеньев, наиболее чувствительных к изменению входных характеристик. После этого могут быть рассмотрены способы реорганизации системы для обеспечения ее нормального функционирования в случае, когда работа производства оказывается нестабильной.

Особенность динамических моделей — возможность управления процессами производства в реальном масштабе времени. Кроме того, появляется возможность исследования влияния различных методов управления (в том числе и организационных) на общие результаты деятельности.

Недостаток имитационных моделей заключается в том, что при их применении может быть эффективно решена задача анализа функционирования системы только при заданной ее организационной структуре. Задача синтеза структуры может быть решена только методом перебора вариантов организационных структур. Это приводит к необходимости разработки методов, позволяющих давать рекомендации по определению основных направлений изменения организационных структур с тем, чтобы в дальнейшем проверять ограниченное количество вариантов на имитационных моделях.

Применение имитационных моделей возможно только на основе современной вычислительной техники, так как требования к объему памяти и быстродействию чрезвычайно высокие. Это связано с тем, что в модели современного производства большое количество элементарных звеньев и поэтому необходимо большое количество вариантов расчетов для анализа эффективности функционирования основных звеньев [16].

1.2. Балансовые межотраслевые модели характеризуют межотраслевые и межсистемные связи и определяют пропорции между отдельными показателями. Эти модели эффективны для описания процессов на эволюционных участках развития, где система функционирует в рамках определенного принципа. Моделями возможно пользоваться для целей определения долей затрат на развитие каждого показателя и в качестве методической основы для решения управленческих задач, соизмерения отдельных показателей между собой. В данном случае необходимо применение моделей расширенного воспроизводства для каждой отрасли с целью определения момента времени, когда балансовая межотраслевая модель перестанет быть работоспособной. Это будет способствовать определению лимитирующих показателей, развитие которых необходимо стимулировать [19].

1.3. **Модели расширенного воспроизводства**

Уравнения расширенного воспроизводства показывают, каким образом скорость изменения комплексного показателя связана с его текущим уровнем и длительностью производственных циклов.

В определенной области параметров, характеризующих темпы воспроизводства и длительность производственных циклов, эта модель реализует закон расширенного воспроизводства (рост процентов на проценты, закон сложных процентов). За пределами этой области имеют место «кризисные» явления, характеризующиеся «взрывными» колебаниями. Выход в «кризисное» состояние может быть предопределен изменением длительности производственных циклов (срока-

ми внедрения новых разработок, изменением сроков реализации капиталовложений и т. д.). Для обеспечения устойчивого роста в дальнейшем необходимо проведение системы организационно-технических мероприятий, стабилизирующих процесс в области расширенного воспроизводства.

Механизм поддержания системы в области высоких устойчивых темпов задается структурой системы управления этим процессом.

Основные требования к системе управления в этом случае следующие:

возможность прогнозирования будущих состояний системы;

соответствие решений ходу реального процесса в момент реорганизации системы.

Модель расширенного воспроизводства применяют для определения динамики выпуска продукции (изменения показателей) по известному изменению длительности производственных циклов процесса от времени. Модель применяют также для определения моментов изменения параметров системы, т. е. сроков действия моделей комплексных показателей после проведения перестройки системы.

В связи с тем, что в основу модели заложены зависимости, определяющие характер изменения времени запаздывания результатов мероприятий относительно момента вложения средств, для решения задач прогнозирования необходимы:

стандартные программы для анализа, обработки и экстраполяции данных о процессах производства и изменения показателей качества продукции, а также исходные данные (результаты изменения единичных показателей качества за максимально длительный промежуток времени и основные направления изменения показателей в будущем).

Характер объектов, для которых целесообразно применять этот вид моделей, определяется достаточно высоким уровнем иерархии рассматриваемой системы. В этом случае детерминированная основа процесса преобладает над случайными значениями характеристик. В связи с этим возможно пользоваться предельно простыми модельными описаниями. При переходе к более низким уровням иерархии существенной становится детализация отдельных частностей, что приводит к необходимости строить более специализированные модели (в основном имитационные).

Примеры применения методов моделирования приведены в [19].

2. При экстраполяции детерминированных процессов применяют линейные, степенные, показательные, логистические функции, ортонормированные функции (полиномы Лягерра, Эрмита, Чебышева и др.) и т. д.

При экстраполяции стохастических стационарных процессов результат прогноза находят как сумму тренда и случайной составляющей. Для нахождения тренда применяют:

метод наименьших квадратов;

метод скользящей средней;

метод конечных разностей.

Для нахождения случайной составляющей проверяют следующие гипотезы:

правильность выбора вида тренда;

стационарность случайной компоненты;

нормальность случайной компоненты;

наличие автокорреляции в случайной компоненте.

Для учета влияния нестационарности применяют метод экспоненциального сглаживания и гармонических весов.

Примеры применения методов экспоненциального сглаживания и гармонических весов приведены в [5].

3. К эвристическим методам относятся метод Делфи, метод «мозговой атаки», метод сценария и т. д.

Пример применения метода Делфи приведен в [14].

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
Справочное

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОБЪЕКТОВ СТАНДАРТИЗАЦИИ

Имеется продукция, качество которой определяется n единичными показателями качества за период $t—m$ (см. чертеж). На качество продукции влияют l факторов за период $t—s$. На основе выбранных единичных показателей качества составляют комплексные (интегральные) показатели в соответствии с [20]. Прогнозируют комплексные (интегральные) показатели и факторы, влияющие на них. Затем дезагрегируют комплексные показатели, т. е. определяют возможные значения единичных показателей и рассматривают отдельные варианты решений (конструктивные, технологические и т. п.). Результат уточняют прогнозами единичных показателей.

Конкретные требования стандарта получают при решении задачи оптимизации, исходя из выбранного критерия.

Покажем действие этой схемы на конкретном примере.

Рассматривают вакуумные электрические лампы накаливания общего назначения, качество которых выражается следующими параметрами и единичными показателями:

U — номинальное напряжение, В;
P — номинальная мощность, Вт;
$t_{ср}$ — средняя продолжительность горения, ч;
t_{min} — минимальная продолжительность горения одной лампы, ч;
F — номинальный и минимальный световой поток, лм.

Динамика требований, установленных в стандартах, показана в табл. 1.

Прогнозирование показателей качества продукции проводится в соответствии с требованиями, установленными в п. 2.3 настоящего стандарта.

Основными факторами, влияющими на качество ламп, являются качество вольфрамовой проволоки, конструкция тела накала, температура тела накала, остаточное давление, технология изготовления. Эмпирическими ограничениями являются температура тела накала (в зависимости от качества вольфрамовой проволоки), величина остаточного давления и др. Все это приводит к эмпирическому пределу по световой отдаче для вакуумных ламп на уровне 11—12 лм/Вт ([15], [17]).

Интегральный показатель лампы возможно вычислить по формуле

$$I = \frac{\int_0^{t_{ср}} F(t)\,dt}{Ц_{опт} + CPt_{ср}}, \qquad (1)$$

где $Ц_{опт}$ — оптовая цена лампы;
$C = 0{,}04$ *руб.* — стоимость 1 кВт · ч электроэнергии.

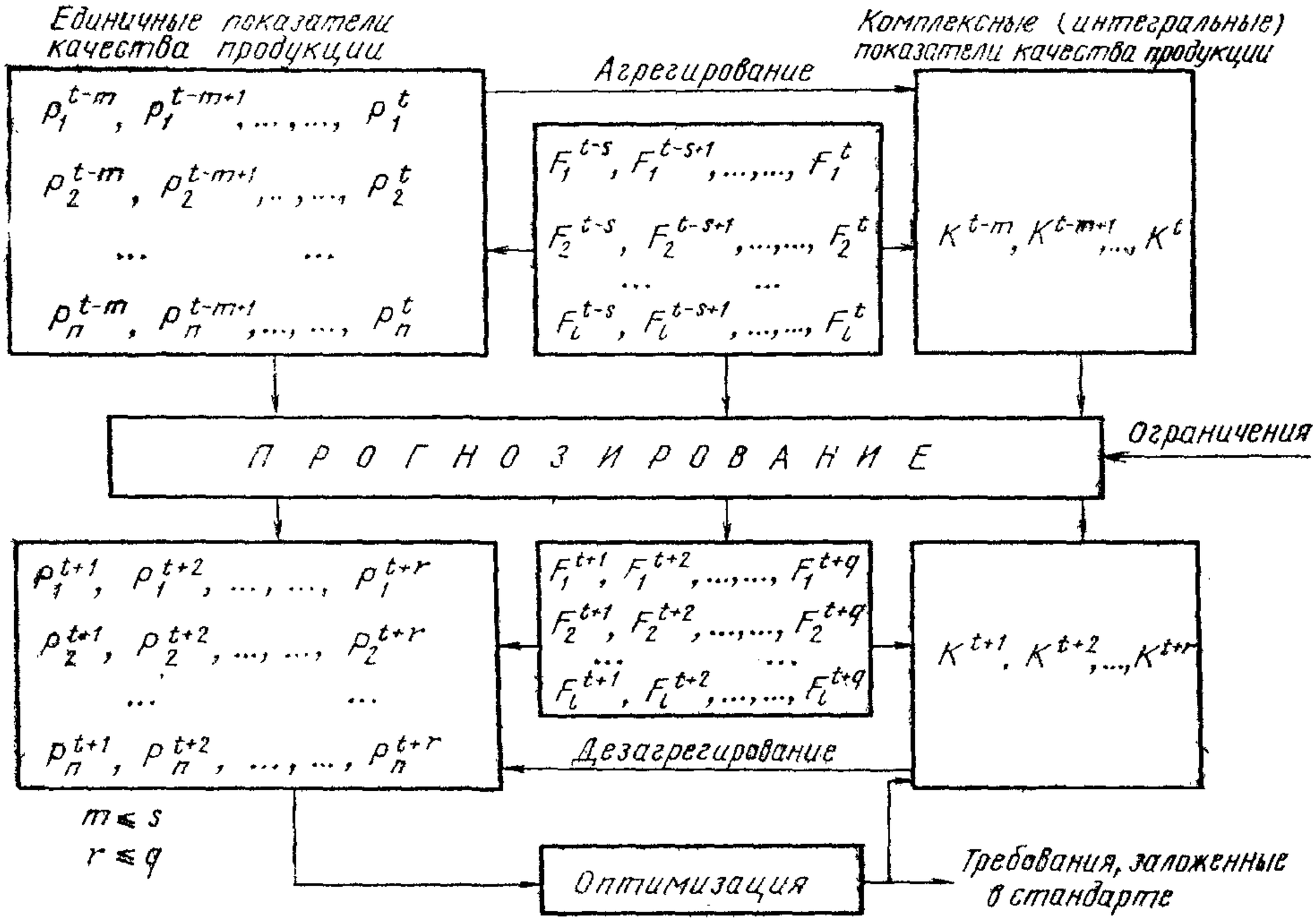
Динамика изменений интегральных показателей вакуумных ламп различных типов и прогноз этих показателей на 1980 г. приведены в табл. 2. Полученные результаты показывают, что достижение рассчитанных значений интегральных показателей возможно:

только при увеличении светового потока;

только при увеличении средней продолжительности горения;

при одновременном увеличении светового потока и средней продолжительности горения (в различных сочетаниях).

Схема прогнозирования параметров объектов стандартизации



В частности, достижение значения $I = 1{,}53 \cdot 10^5 \frac{\text{лм} \cdot \text{ч}}{\text{руб.}}$ для лампы $U = 220$ В и $P = 15$ Вт возможно:

только при увеличении светового потока до 115 лм;

только при увеличении средней продолжительности горения до 1600 ч;

при одновременном увеличении светового потока и средней продолжительности горения (в различных сочетаниях). Аналогичные результаты получаются при применении комплексных показателей качества, вычисляемых по формулам:

$$K_1 = F \cdot P^{\alpha} \cdot U^{\beta} \ (t_{\text{ср}} = \text{const}); \tag{2}$$

$$K_2 = F \cdot P^{\alpha} \cdot U^{\beta} \cdot t_{\text{ср}}^{\gamma} \ . \tag{3}$$

Результаты прогнозирования комплексных показателей качества приведены в табл. 3.

Таблица 1

Требования, установленные в стандартах к вакуумным лампам накаливания (номинальные значения)

Напряжение питания U, В	Мощность P, Вт	Световой поток F, лм	Световая отдача Φ, лм/Вт	Средняя продолжительность горения $t_{ср}$, ч	Остаточный световой поток, %	Примечание
ГОСТ 2239—60 (срок введения с 1 января 1960 г.)						
127	15 25	130 235	8,7 9,4	1000 1000	90 90	
220	15 25	105 205	7,0 8,2	1000 1000	90 90	
ГОСТ 2239—70 (срок введения с 1 января 1971 г.)						
127	15 25	135 240	9,0 9,6	1000 1000	70 после 750 ч горения	
127—135	15 25	110 195	7,34 7,8	2500 2500	70 после 1550 ч горения	При $U=127$ В
220	15 25	105 210	7,0 8,4	1000 1000	75 после 750 ч горения	
220—235	15 25	85 190	5,67 7,6	2500 2500	75 после 1550 ч горения	При $U=220$ В
ГОСТ 2239—70 (срок введения с 1 января 1974 г.)						
127	15 25	135 260	9,0 10,4	1000 1000	70 после 750 ч горения	
127—135	15 25	110 195	7,34 7,8	2500 2500	70 после 1550 ч горения	При $U=127$ В
220	15 25	105 220	7,0 8,8	1000 1000	75 после 750 ч горения	
220—235	15 25	85 190	5,67 7,6	2500 2500	75 после 1550 ч горения	При $U=220$ В

Таблица 2

Интегральные показатели вакуумных электрических ламп накаливания общего назначения $\frac{(лм \cdot ч)}{руб.} \cdot 10^5$

Тип ламп	По ГОСТ 2239—60 с 1 января 1960 г.	По ГОСТ 2239—70		Прогноз на 1980 г.
		Срок введения с 1 января 1971 г.	Срок введения с 1 января 1974 г.	
127—15	1,75	1,82	1,82	1,89
127—25	1,98	2,02	2,19	2,19
220—15	1,41	1,41	1,41	1,53
220—25	1,73	1,76	1,85	1,85
127—135—15	—	1,57	1,57	1,65
127—135—25	—	1,71	1,71	1,75
220—235—15	—	1,21	1,21	1,29
220—235—25	—	1,66	1,66	1,75

Таблица 3

Комплексные показатели вакуумных электрических ламп накаливания общего назначения

Обозначение комплексного показателя	По ГОСТ 2239—54 срок введения с 1 июля 1954 г.	По ГОСТ 2239—60 срок введения с 1 января 1960 г.	По ГОСТ 2239—70		Прогноз на 1980 г.
			с 1 января 1971 г.	с 1 января 1974 г.	
K_1	15,0	19,4	20,2	18,3	22,0
K_2	—	—	96,5	164	200

Прогнозы единичных показателей, параметров и факторов показывают реальность достижения этих значений.

Статистика по изготовлению ламп также подтверждает возможность получения этих значений.

Результаты прогнозов являются исходными данными для оптимизации требований, закладываемых в стандарты, например, обеспечивающих минимум суммарных приведенных затрат при удовлетворении заданного спроса (потребности).

При установлении требований, закладываемых в стандарт на электрические лампы накаливания общего назначения, должны быть учтены требования, установленные в ГОСТ 19671—74, ГОСТ 721—77; публикациях МЭК 61, 64, 64А, 432; рекомендациях СЭВ по стандартизации РС 3227—71, РС 4063—73, РС 3493—72.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4
Справочное

ПРИМЕР РАЗРАБОТКИ ОПЕРЕЖАЮЩЕГО СТАНДАРТА МЕТОДОМ КВАЗИСТАТИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ [10]

Отраслевой стандарт на несущие конструкции ОСТ 11ПО.413.000—72 был разработан взамен действующего ОСТ.НПО.002.024. Предварительно были выявлены стандартизуемые параметры несущих конструкций и тенденции их развития. Анализ показал, что основными параметрами несущих конструкций являются геометрический объем (V) и число типоразмеров (N), которые со временем имеют тенденцию к уменьшению значений. На основные параметры несущих конструкций влияют следующие факторы:

число электроэлементов, приходящихся на один блок $n_{эл}$;

установочный объем электроэлементов $V_{эл}$;

коэффициент заполнения блока несущих конструкций электроэлементами $K_з$;

потребность в несущих конструкциях $\varphi(V)$;

стоимость разработки одного типоразмера несущих конструкций $C_р$;

стоимость изготовления единицы объема несущих конструкций $C_и$.

Анализ характера изменения со временем приведенных факторов за период с 1962 по 1971 г. позволил установить зависимости:

$$n_{эл}=88t+25;$$

$$V_{эл}=\frac{0{,}442}{t};$$

$$K_з=0{,}031t+0{,}369.$$

За исходные данные были приняты:

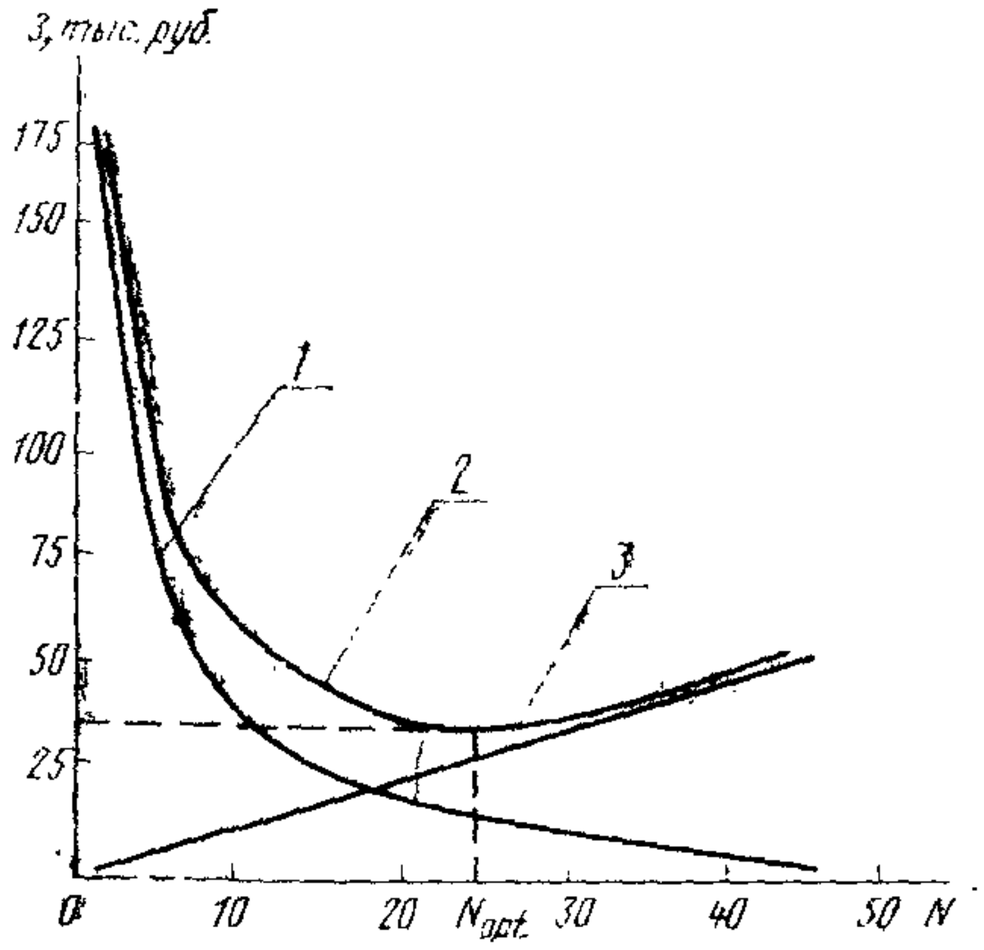
для факторов $n_{эл}$, $V_{эл}$, $K_з$ — средние арифметические значения за срок действия стандарта;

для факторов $C_р$, $C_и$, $\varphi(V)$ — были рассчитаны значения на момент введения в действие стандарта и в дальнейшем принимались постоянными.

В качестве критерия оптимизации были приняты суммарные приведенные затраты на разработку и адаптацию типоразмерного ряда при удовлетворении заданной потребности.

С учетом данных о потребностях за 1967—1971 гг. и стоимостных показателей $C_р$ и $C_и$ вначале был произведен расчет N_{opt} для момента введения в действие стандарта (см. черт. 1 и 2). Новый типоразмерный ряд был установлен методом итераций (см. таблицу).

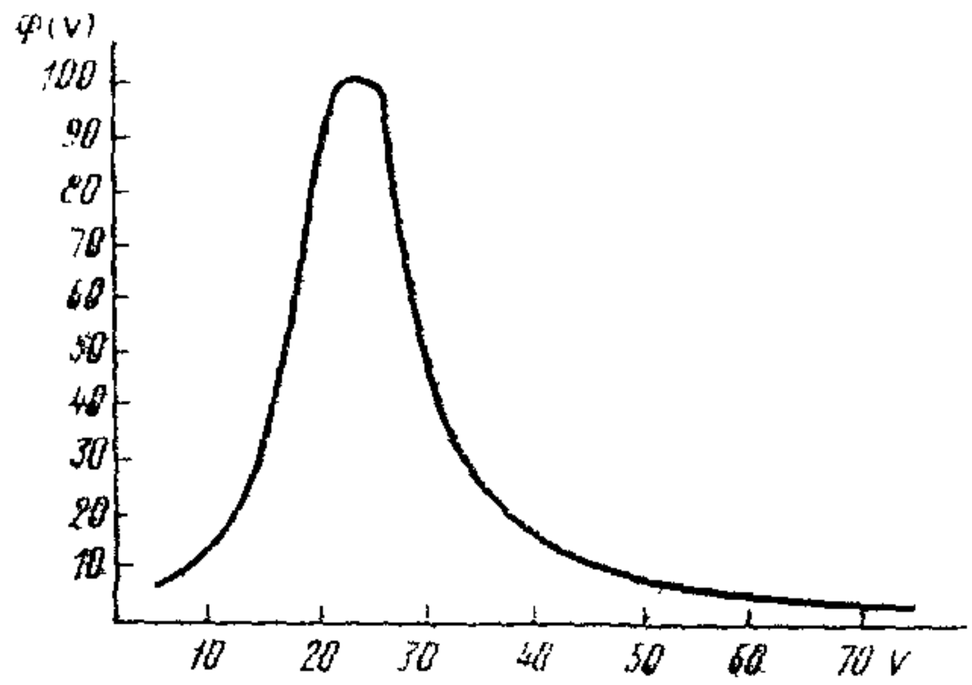
Определение числа типоразмеров N_{opt}



1—затраты на изготовление и адаптацию; *2*—суммарные затраты; *3*—затраты на проектирование.

Черт. 1

Потребность в V



Черт. 2

Сопоставление типоразмерных рядов

Старый типоразмерный ряд	Новый типоразмерный ряд	Старый типоразмерный ряд	Новый типоразмерный ряд
1,54	—	11,40	—
2,01	—	11,85	11,85
2,21	—	12,30	—
2,42	2,42	13,25	—
2,88	—	13,80	13,80
3,08	—	14,55	—
3,48	—	15,85	—
3,95	3,95	17,05	17,05
4,42	—	17,70	—
4,65	—	19,35	19,35
4,85	—	20,90	—
5,20	5,20	22,80	22,80
5,70	—	23,00	25,00
5,93	5,93	27,80	27,80
6,15	—	28,80	28,80
6,65	6,65	32,.20	32,20
6,70	—	34,50	—
6,95	—	40,30	39,00
7,25	—	48,30	40,30
7,92	—	56,50	41,00
8,20	8,20	64,50	48,30
8,55	—	80,50	56,50
8,85	—	96,80	57,20
9,25	—		64,50
9,70	9,70		67,00
10,60	—		76,50
		$N=49$	$N_{opt}=25$

ПРИЛОЖЕНИЕ 5
Справочное

ПРИМЕР РАЗРАБОТКИ ОПЕРЕЖАЮЩЕГО СТАНДАРТА МЕТОДОМ ДИНАМИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ

Для постановки задачи динамической оптимизации одномерных параметрических рядов необходима следующая информация:

$\varphi(x,t)$ — функция спроса на изделия с параметром x в момент времени t ($a \leqslant x \leqslant b$, $0 \leqslant t \leqslant T$);

$g(u, \Theta, x, t)$ — функция, характеризующая стоимость удовлетворения единичной потребности (x, t) изделием с параметрами (u, Θ);

u — значения параметра изделия, применяемого вместо изделия с параметром x;

Θ — момент начала производства изделий с параметром u ($t \geqslant \Theta$);

$g^{\circ}(u, \Theta)$ — функция затрат на разработку и подготовку к производству изделия с параметром u, начиная с момента времени Θ.

Пусть изделия, производимые с начального момента Θ_0, в некоторый момент времени Θ_1 полностью заменяют новой системой изделий, производство которых началось с момента времени Θ_1. Аналогично определяется Θ_2 и т. д.

Тогда суммарные затраты можно записать в виде

$$S(\{(\{u_{i-1,\,j}\}_1^{N_i};\ \Theta_{i-1})\}_1^{M}) = \sum_{i=1}^{M}\left\{\sum_{j=1}^{N_i} g^{\circ}(u_{i-1,\,j};\ \Theta_{i-1}) + \right.$$

$$\left. + \sum_{x \in X} \sum_{t \in [\Theta_{i-1},\ \Theta_i]} \varphi(x, t) \min_{u \in \{u_{i-1,\,j}\}_1^{N_i}} g\ (u_i, \Theta_{i-1}, x, t)\right\},$$

где M — число моментов пересмотра системы;

N_i — число типов изделий, производимых в i-м подпериоде $[\Theta_{i-1}, \Theta_i]$.

Требуется найти число моментов пересмотра системы M и сами моменты $\{\Theta_i\}_1^{M}$, а также число N_i типов изделий и их параметры $\{u_{i,j}\}$ в каждом подпериоде, чтобы суммарные приведенные затраты достигли минимума.

Однако на практике весьма распространенными являются случаи неполного пересмотра системы, т. е. когда одно или несколько изделий производятся и в новом подпериоде. Из-за значительных трудностей рассматривают задачу динамики одномерного параметрического ряда при числе пересмотров системы не боле трех.

$$\text{Пусть } g^{0}\ (u, \Theta) = \frac{9000}{1{,}12^{\Theta-1}},\ g\ (u, \Theta) = \frac{0{,}91}{1{,}12^{\Theta-1}}$$

имеется 20 типов изделий и известна потребность в изделиях типа u на 1967, 1972 и 1976 гг. (см. таблицу). В промежуточные годы потребность в изделиях находим путем линейной интерполяции.

При помощи программы «замены», записанной на языке «АЛГОЛ-60», можно вычислить оптимальный набор параметров изделий в первом году, времена наилучших замен (не более двух замен), оптимальные наборы параметров в моменты замен и общие приведенные затраты при полученных наборах параметров.

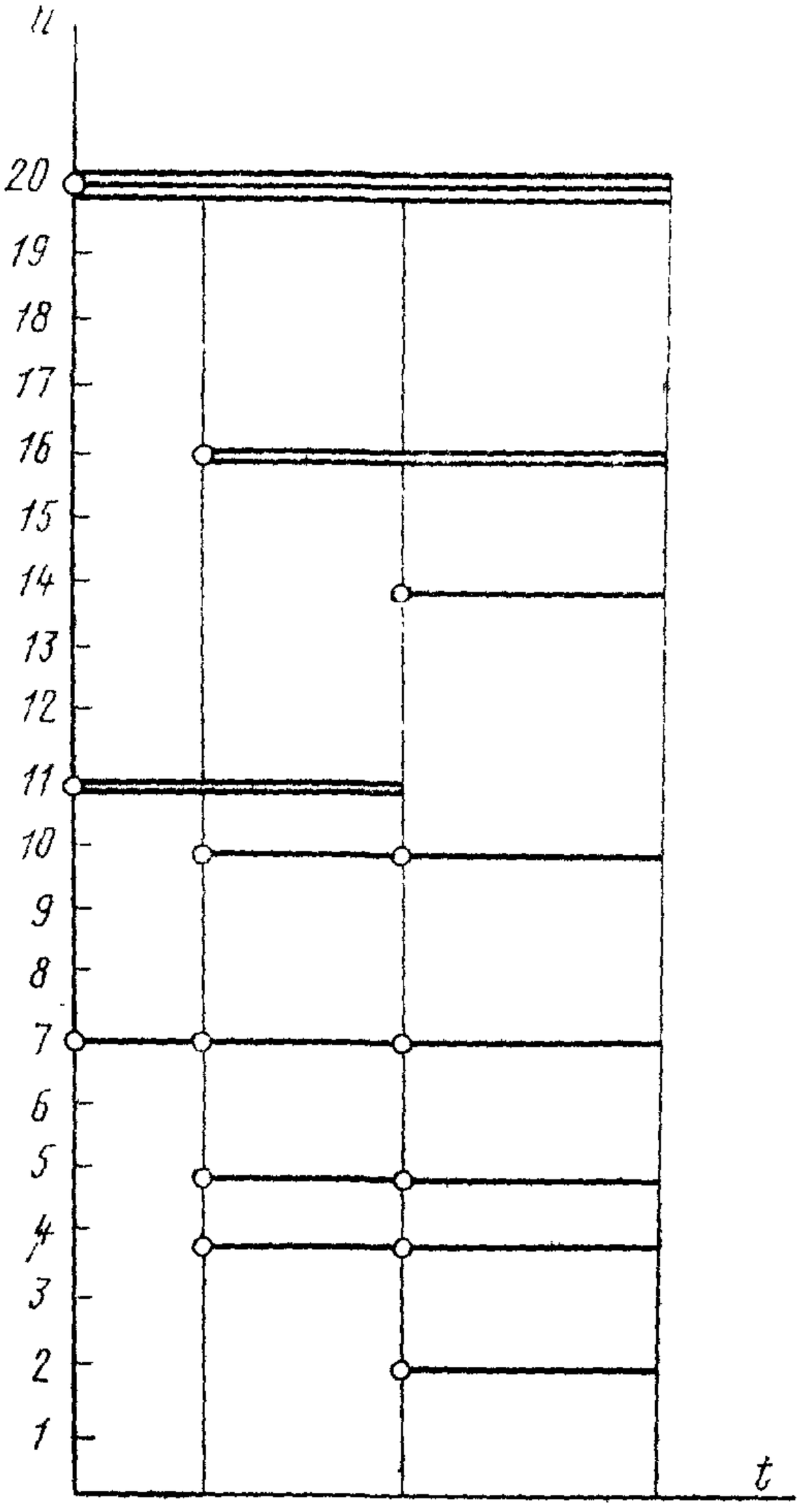
В этом случае получаем времена замены в третьем и шестом годах. Оптимальные наборы параметров показаны на чертеже (11-й и 16-й параметры сох-

раняются на двух интервалах времени, 20-й на трех интервалах, остальные параметры вводятся на один временной интервал).

Оптимальные затраты $S=558$ тыс. руб.

Потребность в изделиях

u	1967 г	1972 г.	1976 г.	u	1967 г.	1972 г.	1976 г.
1	0	22	123	11	13	80	6
2	6	66	723	12	13	65	7
3	9	163	493	13	11	107	7
4	14	1171	323	14	0	43	11
5	8	792	56	15	4	41	0
6	1	594	77	16	8	38	0
7	45	575	33	17	0	0	0
8	69	160	22	18	4	0	0
9	54	126	45	19	2	0	0
10	19	177	17	20	0	0	0


n
20
19
18
17
16
15
14
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
t

ПРИЛОЖЕНИЕ 6
Справочное

ПРИМЕРЫ РАЗРАБОТАННЫХ ОПЕРЕЖАЮЩИХ СТАНДАРТОВ

Обозначение, наименование стандарта и срок его введения	Требования стандарта
ГОСТ 2239—70 «Лампы накаливания электрические общего назначения» (срок введения в действие 1 января 1971 г.)	Световой поток для лампы типа Б 127—135—60—600 лм (на 1 января 1971 г.), 650 лм (на 1 января 1974 г.).
ГОСТ 6825—74 «Лампы люминесцентные ртутные низкого давления» (срок введения в действие 1 января 1977 г.)	Среднее значение светового потока (после 100 ч горения) для лампы ЛДЦ40—2100 лм (с 01.01.1977 г.), 2200 лм (с 01.01.1979 г.) — номинальные значения для ламп с государственным Знаком качества.
ГОСТ 15174—70 «Вагонетки шахтные грузовые» (срок введения в действие 1 июля 1970 г.)	Срок службы вагонетки до списания: 4 года (на 1 июля 1970 г.); 6,5 лет (на 1 января 1975 г.).
ГОСТ 15597—70 «Светильники для производственных помещений. Общие технические требования» (срок введения в действие 1 июля 1971 г.)	Уровень шума светильников не должен превышать более чем на 10% уровень шума, нормируемый для данного типа ПРА, установленного в светильнике (на 1 января 1973 г.)

ПРИЛОЖЕНИЕ 7
Справочное

ПЕРЕЧЕНЬ ЛИТЕРАТУРЫ, ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ СТАНДАРТА

1. **Бойцов В. В.** Роль стандартизации в повышении качества продукции. «Стандарты и качество», 1970, № 2.

2. **Ткаченко В. В.** Комплексная стандартизация — основа обеспечения качества продукции. «Стандарты и качество», 1971, № 8.

3. **Ткаченко В. В., Комаров Д. М., Шор Я. Б.** Количественные методы оптимизации требований стандартов к качеству продукции — основа теории стандартизации. «Стандарты и качество», 1971, № 6.

4. **Феник Я.** Основные принципы опережающей стандартизации. М., Изд-во стандартов, 1970.

5 **Френкель А. А.** Математические методы анализа динамики и прогнозирования производительности труда. М., «Экономика», 1972.

6. **Николов П.** Перспективность и комплексность стандартизации и технический прогресс. Пер. с болгарского. «Стандартизация и рационализация». 1966, № 1.

7. Проблемы опережающей стандартизации в ГДР. М., Изд-во стандартов, 1972.

8. **Шор Я. Б.** Методы комплексной оценки качества продукции. М., «Знание», 1972.

9. Методические рекомендации по прогнозированию при оптимизации количественных требований стандартов. М., ВНИИС, 1973.

10. **Сафонов В. С.** Исследование и разработка основных положений по применению типов и методов прогнозирования при оптимизации требований стандартов (на примере изделий контрольно-измерительной аппаратуры). Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. техн наук. М. ВНИИС, 1974.

11. **Ткаченко В. В., Комаров Д. М.** О сущности и методах опережающей стандартизации. «Стандарты и качество», 1974, № 9.

12. **Комаров Д. М.** Методы прогнозирования качества продукции. «Стандарты и качество», 1974, № 5.

13. Основные термины в области опережающей стандартизации. Методические материалы ММ-6. М., Институт СЭВ по стандартизации, 1969.

14. **Эйрес Р.** Научно-техническое прогнозирование и долгосрочное планирование. М., «Мир», 1971.

15. **Хаустейн Г.** Методы прогнозирования в социалистической экономике, М., «Прогресс», 1971.

16. **Форрестер Дж.** Основы кибернетики предприятия (индустриальная динамика). М., «Прогресс», 1971.

17. **Гуторов М. М.** Основы светотехники и источники света. М., «Энергия», 1968.

18. **Менский Б. М.** Принцип инвариантности в автоматическом регулировании и управлении. М., «Машиностроение», 1972.

19. **Чуев Ю. В., Михайлов Ю. Б., Кузьмин В. И.** Прогнозирование количественных характеристик процессов. М., «Сов. радио», 1975.

20. Методика оценки уровня качества продукции с помощью комплексных показателей и индексов. М., Изд-во стандартов, 1974.

21. **Бересиев В. Л.** Об одной задаче математической теории стандартизации. В сб. «Управляемые системы». Новосибирск, «Наука», 1973, вып. 11.