ВНИИНМАШ

Прогнозирование показателей технического уровня продукции машиностроения как объекта перспективной стандартизации

P 50-54-47-88

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ
(Госстандарт СССР)

Всесоюзный научно-исследовательский институт
по нормализации в машиностроении
(ВНИИНМАШ)

Утверждены
Приказом ВНИИНМАШ
№ 48 от 19 февраля 1988 г.

Прогнозирование показателей технического уровня продукции машиностроения как объекта перспективной стандартизации

Р е к о м е н д а ц и и

Р 50-54- 47-88

Москва 1988

УДК 6.01:658.562:389.6 Группа Т 51

Р Е К О М Е Н Д А Ц И И

Рекомендации. Прогнозирование показателей технического уровня продукции машиностроения как объекта перспективной стандартизации — Р 50-54-47-88

ОКСТУ 0004

Настоящие рекомендации (Р) предназначены для методического обеспечения работ по прогнозированию показателей технического уровня продукции машиностроения как объекта перспективной стандартизации. Устанавливают последовательность работ по формированию научно обоснованной прогнозной информации о перспективных требованиях к техническому уровню объекта перспективной стандартизации. Содержат систему методов и процедур прогнозирования, предназначенных для выбора объекта перспективной стандартизации и установления номенклатуры показателей и их значений, характеризующих технический уровень продукции.

Методические особенности данных Р заключаются в проведении комплексных прогнозных исследований, сочетающих исследовательский и нормативный подходы к прогнозированию показателей, учитывающих специфику машиностроительной продукции (сложность структуры изделия, различие тенденций обновления его компонентов и др.) и увязывающих прогноз показателей изделия с прогнозом параметров компонентов.

Р рассчитаны на работников головных и базовых организаций по стандартизации в машиностроении, занимающихся разработкой стандартов с перспективными требованиями на продукцию, и организаций, проводящих экспертизу нормативно-технической документации.

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Задачи и основные понятия по прогнозированию показателей технического уровня продукции машиностроения при разработке стандартов с перспективными требованиями.

I.I.I. Рекомендации (Р) определяют систему методов и процедур для прогнозирования показателей технического уровня продукции в процессе прогнозных исследований при разработке стандартов с перспективными требованиями.

I.I.2. Основной задачей прогнозирования показателей технического уровня продукции машиностроения при разработке стандартов с перспективными требованиями является получение научно обоснованной и достоверной информации о номенклатуре и значениях показателей для формирования перспективных требований к техническому уровню продукции в разрабатываемых стандартах вида ОТТ.

I.I.3. В ходе прогнозирования определяются: состав объектов перспективной стандартизации; номенклатура показателей, характеризующих перспективный технический уровень объекта стандартизации; прогнозные значения показателей технического уровня продукции.

I.I.4. Стандарт с перспективными требованиями (перспективный стандарт) - стандарт вида "Общие технические требования", регламентирующий требования к основным показателям качества продукции, дифференцированным по ступеням технического уровня и качества продукции.

I.I.5. **Под объектом** перспективной стандартизации в **предлагаемых** Р понимается машиностроительная продукция, для которой в ходе прогнозных исследований определяются требования к ее техническому уровню.

I.2. Состав и принципы построения системы прогнозирования.

I.2.I. Совокупность взаимосвязанных методов и процедур прогнозирования показателей технического уровня, предлагаемых в **настоящих** Р, составляет систему прогнозирования показателей технического уровня продукции машиностроения.

I.2.2. Система прогнозирования строится на следующих принципах:

- системность прогнозирования;
- непрерывность прогнозирования;
- преемственность объектов прогнозирования;
- сочетание исследовательского и нормативного прогнозов;
- комплексность методов прогнозирования.

I.2.3. Система прогнозирования показателей технического уровня продукции машиностроения является составной частью системы разработки стандартов с перспективными требованиями на продукцию.

I.2.4. Структура системы прогнозирования показателей технического уровня продукции машиностроения при разработке стандартов с перспективными требованиями включает следующие подсистемы:

подсистема I "Прогнозирование состава объектов перспективной стандартизации";

подсистема 2 "Прогнозирование номенклатуры показателей объекта перспективной стандартизации";

подсистема 3 "Прогнозирование значений показателей технического уровня объекта".

Блок-схема прогнозирующей системы дана на рис.I.

I.3. Организация работ по прогнозированию.

I.3.I. Прогнозирование показателей технического уровня продукции машиностроения выполняется в составе научно-исследовательских работ (НИР) по определению перспектив развития продукции при разработке стандартов с перспективными требованиями.

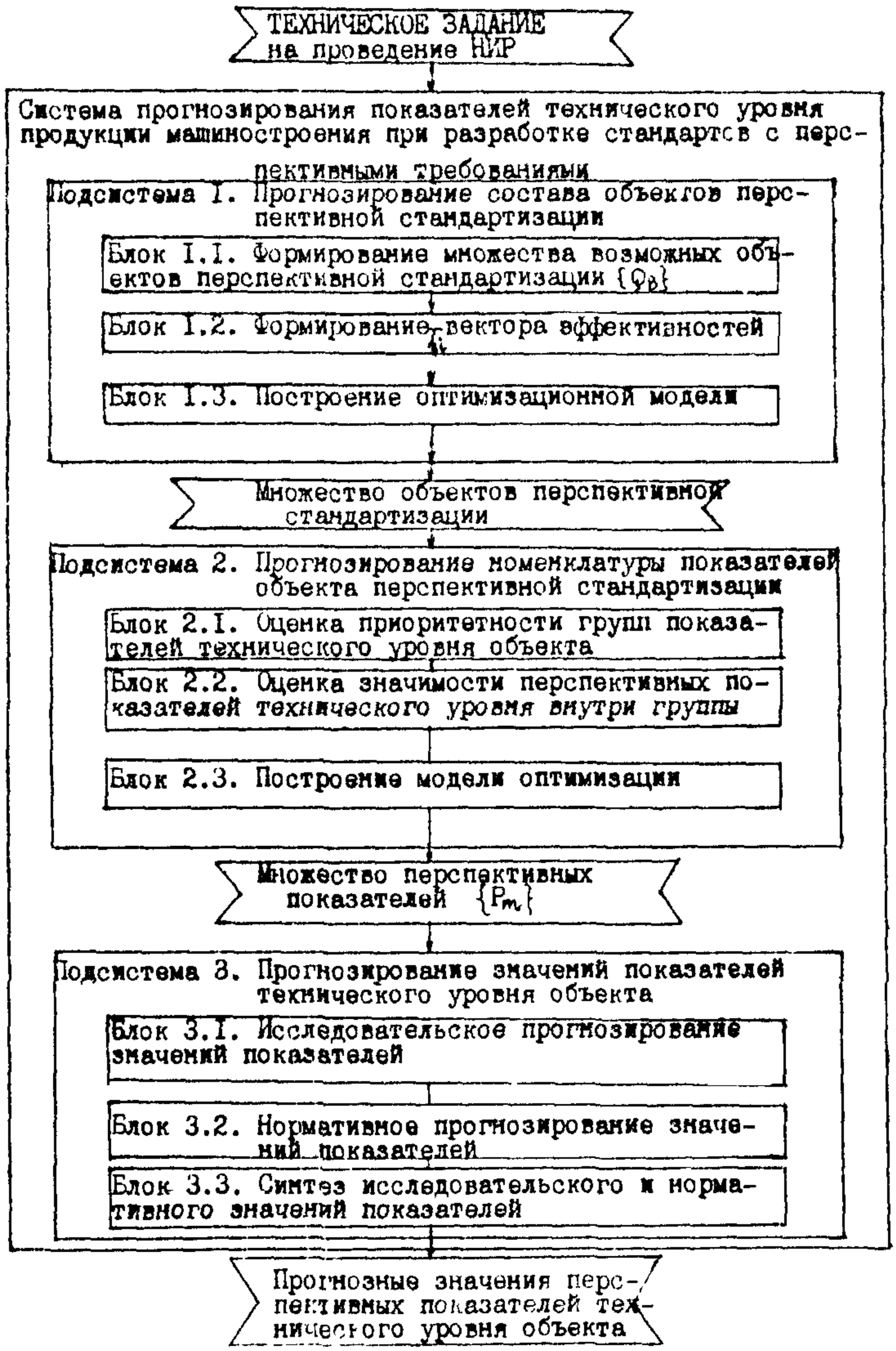

Рис.I. Блок-схема системы прогнозирования показателей технического уровня продукции машиностроения

I.3.2. Прогнозирование показателей технического уровня продукции машиностроения осуществляют научно-исследовательские, опытно-конструкторские, проектно-технологические и другие организации, непосредственно выполняющие НИР по разработке стандартов с перспективными требованиями совместно с базовыми (головными) организациями по стандартизации.

I.3.3. Периодичность разработки прогнозов зависит от сроков пересмотра стандартов с перспективными требованиями.

I.3.4. Длительность периода прогнозирования определяется в каждом конкретном случае с учетом сроков действия показателей, устанавливаемых стандартом с перспективными требованиями, до их обновления.

2. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СОСТАВА ОБЪЕКТОВ ПЕРСПЕКТИВНОЙ СТАНДАРТИЗАЦИИ

2.1. Прогнозирование состава объектов перспективной стандартизации осуществляется с целью формирования оптимального множества групп однородной продукции (ГОП), для которых разработка стандартов ОТТ с перспективными требованиями наиболее эффективна.

2.2. В процессе прогнозирования осуществляется: формирование множества возможных объектов перспективной стандартизации; оценка эффективности возможных объектов по системе критериев; выбор объектов перспективной стандартизации на основе оптимизационной модели.

2.3. Основой для формирования множества возможных объектов стандартизации $\{Q_в\}$ является универсальное множество альтернативных объектов $\{Q_у\}$, которое включает множество существующих групп однородной продукции и множество новых ГОП, по которым ведутся перспективные разработки.

2.4. Формирование множества $\{Q_в\}$ из $\{Q_у\}$ осуществляется группой экспертов с учетом условия допустимости альтернативных объектов, сформулированного в виде системы ограничений E_ℓ

2.5. Экспертная процедура формирования множества $\{Q_в\}$ из множества $\{Q_у\}$ реализуется в следующей последовательности. Каждый из N экспертов из $\{Q_у\}$ отбирает такое подмножество альтернативных объектов $\{Q_в^i\}$, где $\{Q_в^i\} \subseteq \{Q_у\}$, которое по его мнению, с учетом условия допустимости E_ℓ, следует включить в $\{Q_в\}$. По результатам экспертной процедуры формируется матрица $R = (r_{ij})$, $i = \overline{1,N}$; $j = \overline{1,n}$ (рис.2):

где $$r_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } j\text{-ый альтернативный объект принадлежит } \{Q_в^i\} \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

	Альтернативные объекты											
	Q_1		Q_2		...		Q_j		...		Q_n	
Эксперт I	I		0		...		I		...		0	
Эксперт 2	0		I		...		I		...		0	
...					...				...			
Эксперт i					...				...			
...					...				...			
Эксперт N	I		0		...				...			

Рис. 2 Матрица $R=(r_{ij})$

По каждому альтернативному объекту Q_j рассчитывается величина P_j по формуле: $P_j = \sum_{i=1}^{N} r_{ij}/N$.

Она рассматривается как вероятность того, что j-й альтернативный объект принадлежит множеству $\{Q_B\}$.

В множество $\{Q_B\}$ включаются такие Q_j, для которых $P_j > P_0$, где P_0 - заранее заданная величина, близкая к единице, т.е.

$$Q_B = \bigcup_{j=1}^{n} Q_j \qquad \forall Q_j \mid P_j > P_0 \ , \quad \text{где } P_0 \approx 1 .$$

2.6. Оценка возможных объектов перспективной стандартизации $\{Q_B\}$ осуществляется по системе критериев K_m. Состав и вид критериев должны содержать все желательные результаты, которые должны быть получены от перспективной стандартизации объектов. Например, может быть использован следующий набор критериев:

- принадлежность к *приоритетным направлениям развития науки* и техники;
- ресурсосберегающая политика;
- перспективная техническая политика государства;
- перспективные потребности народного хозяйства и населения;
- требования международного рынка.

Важность, приоритетность критериев оценивается экспертами по однобалльной шкале. При этом выполняется следующее нормирующее условие: $\sum_{i=1}^{m} l_i = 1$,

где l_i – вес i-го критерия.

2.7. Процесс оценки каждого возможного объекта перспективной стандартизации по соответствующим критериям необходимо выполнять в матрице сопоставления возможных объектов с критериями (рис. 3), где

Критерии	Вес критерия	Возможные объекты перспективной стандартизации					
		Q_1	Q_2	...	Q_j	..	Q_n
Критерий K_I	l_1	f_{11}	f_{12}	...	f_{1j}	..	f_{1n}
...	..	.					
Критерий K_i	l_i	f_{i1}	f_{i2}	..	f_{ij}	...	f_{in}
...							..
Критерий K_m	l_m	f_{m1}	f_{m2}	.	f_{mj}		f_{mn}
		f_1	f_2		f_j	..	f_n

Рис. 3. Матрица сопоставления возможных объектов перспективной стандар тизации с критериями

f_{ij} – оценка j-го объекта по i-му критерию.

В зависимости от вида критерия для определения величины f_{ij} используют метод непосредственной экспертной оценки, расчетные методы, а также оценки типа "да (I) – нет (0)". Величина оценки f_{ij} может принимать любые значения. Результирующая оценка f_j каждого j-го объекта по всему набору критериев K_m рассчитывается по формуле:

$$f_j = \sum_{i=1}^{m} l_i \cdot f_{ij} \;, j = \overline{1,n} \;.$$

Величина f_j является количественной оценкой эффективности перспективной стандартизации j-го объекта множества $\{Q_B\}$. Полученные оценки образуют вектор эффективностей $\bar{f}_j (f_1, f_2, , f_n)$ возможных объектов перспективной стандартизации.

2.8. Определение множества ГОП, служащих объектом разработки стандартов с перспективными требованиями, осуществля-

ется путем выбора такого подмножества групп однородной продукции $\{Q_c\}$ из $\{Q_B\}$, $\{Q_c\} \subseteq \{Q_B\}$, стандартизация которых обеспечит получение максимального эффекта при условии, что суммарные затраты, связанные с исследованиями и разработкой изделий выбранного множества групп однородной продукции $\{Q_c\}$, не должны превышать выделенного в текущем периоде объема финансирования на НИОКР. Указанная задача является типичной оптимизационной задачей и может быть реализована с использованием модели целочисленного программирования (алгоритм Данцига).

2.9. Модель задачи имеет следующий вид:

$$\begin{cases} F = max \left\{ \sum_{j=1}^{n} f_j \cdot \lambda_j \right\} \\ \sum_{j=1}^{n} z_j \lambda_j \leq Z \\ \lambda_j = \begin{cases} 1, \text{ если } j\text{-й объект подлежит стандартизации} \\ 0 \text{ в противном случае,} \end{cases} \end{cases}$$

где: f_j – оценка эффективности объекта Q_j, $Q_j \in \{Q_B\}$, $j = \overline{1,n}$;

z_j – затраты на исследования и разработку изделий j-ого объекта в соответствии с требованиями стандарта ОТТ;

Z – выделенный объем финансирования на НИОКР.

Алгоритм решения оптимизационной задачи дан в приложении 1.

3. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ НОМЕНКЛАТУРЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОБЪЕКТА ПЕРСПЕКТИВНОЙ СТАНДАРТИЗАЦИИ

3.I. Прогнозирование номенклатуры показателей объекта перспективной стандартизации осуществляется с целью определения состава показателей технического уровня, необходимых для включения в стандарт с перспективными требованиями. Номенклатура показателей, включаемых в стандарт ОТТ, должна содержать ограниченный состав показателей, определяющих стратегию развития объекта с учетом будущих потребностей внешней среды.

3.2. При формировании номенклатуры показателей технического уровня объекта перспективной стандартизации необходимо учитывать установленные для данного вида техники требования к их классификации, группированию и областям применения [I7] .

3.3. В процессе прогнозирования номенклатуры показателей осуществляется: оценка приоритетности групп показателей технического уровня объекта; оценка значимости показателей технического уровня внутри группы; выбор номенклатуры показателей на основе оптимизационной модели.

3.4. Необходимость процедуры оценки приоритетности групп показателей технического уровня объекта на каждом этапе прогнозных исследований при разработке стандарта ОТТ вызвана тем, что значимость групп может изменяться с течением времени, и важные в прошлом группы могут оказаться малоценными с позиций предстоящего развития, и, наоборот, незначительным в прошлом группам может придаваться особое значение в будущем. Оценка приоритетности групп показателей Γ_n производится по системе критериев $\{K_m\}$. Состав и вид критериев должны отражать народнохозяйственные потребности, интересы государства и тех общественных групп , чьи интересы оно защищает, в отношении технического уровня стандартизуемого объекта с учетом перспективы его развития. Например, может быть использован следующий набор критериев:

– реализация изделием основных функций;

– реализация изделием ресурсосберегающей технологии;

– обеспечение изделием низкой ресурсоемкости (материало-, энерго- и трудоемкости);

– обеспечение изделием соответствия нормам и требованиям по безопасности человека и охране окружающей среды и др.

По каждому критерию устанавливается его важность. Важность критериев определяется экспертами в относительных оценках (0 ÷ I) по однобалльной шкале, при выполнении нормирующего условия:

$\sum_{i=1}^{m} k_i = 1$, где k_i – вес (важность) i-го критерия.

3.5. Процесс оценки приоритетности групп показателей выполняется в матрице сопоставления групп показателей с критериями (рис. 4).

Критерии	Вес критериев	Группы показателей технического уровня объекта					
		$Г_I$	$Г_2$	...	$Г_j$	...	$Г_n$
$К_I$	k_1	a_{11}	a_{12}	...	a_{1j}	...	a_{1n}
⋮	...	...	...	...	...	...	...
$К_i$	k_i	a_{i1}	a_{i2}	...	a_{ij}	...	a_{in}
⋮	...	...	...	...	...	...	...
$К_m$	k_m	a_{m1}	a_{m2}		a_{mj}		a_{mn}
		a_1	a_2	...	a_j	...	a_n

Рис. 4. Матрица сопоставления групп показателей технического уровня объекта с критериями эффективности.

Элементы матрицы a_{ij} – абсолютная оценка важности стандартизации j-ой группы для обеспечения i-го критерия. Оценка осуществляется по I0-балльной шкале, при этом используется следующая аргументация:

I0 баллов присваивается наиболее значимой группе, стандартизация которой внесет наибольший вклад в достижение критерия;

9-7 баллов - важной группе; 5-6 баллов - группе средней важности; 3-4 балла - группе второстепенной важности; I-2 балла - малозначимой группе.

Абсолютные оценки a_{ij} пересчитываются в относительные оценки ψ_{ij} по формуле:

$$\psi_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{j=1}^{n} a_{ij}} \quad , i = \overline{1,m}$$

При этом выполняется нормирующее условие:

$$\sum_{j=1}^{n} \psi_{ij} = 1 .$$

Оценка приоритетности каждой группы рассчитывается по формуле:

$$a_j = \sum_{i=1}^{m} k_i \cdot \psi_{ij} \quad , j = \overline{1,n} .$$

3.6. Оценка значимости показателей технического уровня внутри каждой Γ_j группы осуществляется с целью установления подмножества наиболее значимых показателей по каждой группе с точки зрения стратегии развития объекта. Для реализации процедуры оценки необходимо определить полное множество показателей $\{P^j\}$ внутри каждой j-ой группы. При этом учитываются требования [I7], а также проводятся дополнительные исследования по изучению перспективных требований внешней среды к будущим свойствам объекта. Выявленные перспективные свойства описываются показателями, которые затем включатся в множество $\{P^j\}$ соответствующих групп.

3.7. Для формирования оценок значимости показателей множества $\{P^j\}$ внутри каждой j-ой группы осуществляется процедура парного сравнения показателей по выбранному критерию сравнения. В качестве критерия сравнения берется предпочтительность стандартизации показателя с точки зрения стратегии развития объекта, определяемой потребностями государства и потребителя.

Каждый из m экспертов заполняет таблицу парных сравнений размером $N \times N$, где N - количество показателей внутри j-ой группы, проставляя следующие числовые оценки:

$$r_{ij} = \begin{cases} 1, \text{ если показатель } i \text{ предпочтительнее, чем } j \\ 0, \text{ если показатель } i \text{ менее предпочтителен, чем } j. \end{cases}$$

По результатам экспертной процедуры для всех $i \in N \times N$ формируется матрица $X = [x_{ij}]$, элементами которой служит математическое ожидание предпочтений, рассчитываемое по формуле:

$$x_{ij} = \frac{m^1_{ij}}{m_{ij}}, \text{ где}$$

m_{ij} – общее число экспертов, принявших участие в сравнении объектов (i, j);

m^1_{ij} – число экспертов, давших оценку $r_{ij} = 1$.

3.8. Матрица $X = [x_{ij}]$ является основой для определения коэффициентов относительной значимости k^j_N показателей N внутри j-ой группы. Процедура определения коэффициентов k^j_N дана в приложении 2.

3.9. На основе множества показателей $\{P^j\}$ j-ой группы и с учетом полученных коэффициентов значимости k^j_N показателей P^j осуществляется выбор подмножества наиболее значимых показателей $\{P^{j'}\}$ внутри каждой j-ой группы. Процедура выбора подмножества $\{P^{j'}\}$ дана в приложении 3.

3.10. Результирующие оценки значимости $b^{j'}$ показателей $\{P^{j'}\}$ определяются с учетом оценок приоритетности соответствующей j-ой группы и рассчитываются по формуле:

$$b^{j'} = a_j \cdot k^{j'}, \; j = \overline{1,n}.$$

Полученные оценки $b^{j'}$ являются количественной оценкой значимости перспективной стандартизации $P^{j'}$ показателей. Подмножества показателей по всем группам объединяются и образуют множество $\{P_l\} = \bigcup_{j=1}^{n} P^{j'}$ с соответствующими b_i, $i = \overline{1,l}$.

Множество $\{P_i\}, i=\overline{1,\ell}$ составляет основу для формирования номенклатуры показателей, включаемой в стандарт ОТТ.

3.II. Определение номенклатуры перспективных показателей осуществляется путем выбора такого подмножества показателей $\{P_m\}$ из $\{P_\ell\}$, $\{P_m\} \subseteq \{P_\ell\}$, стандартизация которых обеспечит получение максимального эффекта при условии, что суммарные затраты на исследования, связанные с установлением прогнозных значений выбранного множества показателей $\{P_m\}$, не будут превышать заданного объема затрат на исследования, связанные с разработкой стандарта ОТТ. Указанная задача является типичной оптимизационной задачей и может быть реализована с использованием модели целочисленного программирования.

3.I2. Модель задачи имеет следующий вид:

$$\begin{cases} A = \max \left\{ \sum_{i=1}^{\ell} b_i \cdot p_i \right\} \\ \sum_{i=1}^{\ell} э_i \cdot p_i \le Э \\ \\ p_i = \begin{cases} 1, \text{ если показатель включается в номенклатуру} \\ 0, \text{ в противном случае,} \end{cases} \end{cases}$$

где: b_i, $i=\overline{1,\ell}$ – оценка значимости перспективной стандартизации показателя P_i, $P_i \in \{P_\ell\}$;

$э_i$, $i=\overline{1,\ell}$ – затраты на исследования, связанные с установлением прогнозного значения i-го показателя;

$Э$ – заданный объем затрат на исследования, связанные с разработкой стандарта ОТТ на данный объект.

Алгоритм решения оптимизационной задачи дан в приложении I.

4. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЗНАЧЕНИЙ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ ОБЪЕКТА ПЕРСПЕКТИВНОЙ СТАНДАРТИЗАЦИИ

4.I. Прогнозирование значений показателей технического уровня объекта перспективной стандартизации осуществляется с целью установления количественных требований к перспективным показателям и их регламентации в стандарте с перспективными требованиями.

4.2. Величина периода прогнозирования $T_п$ определяется в каждом конкретном случае с учетом установленных для данного объекта дифференцированных нормативов сроков обновления и с учетом ускорения темпов обновления в прогнозируемом периоде.

4.3. В процессе прогнозирования осуществляется: структурный анализ объекта прогнозирования с установлением всего множества компонентов объекта;прогнозирование развития компонентов объекта; исследовательское прогнозирование значений показателей объекта; нормативное прогнозирование значений показателей объекта; выбор перспективных значений показателей объекта.

4.4. В процессе структурного анализа в каждой группе однородной продукции выделяются типовые представители, для которых осуществляется структуризация методом последовательного расчленения объектов на составные части-компоненты с использованием системного анализа. При этом структура объекта представляется в виде иерархического дерева (рис.5), где К - множество вершин дерева - есть множество компонентов, Ψ - множество взаимосвязей - суть связи между компонентами.

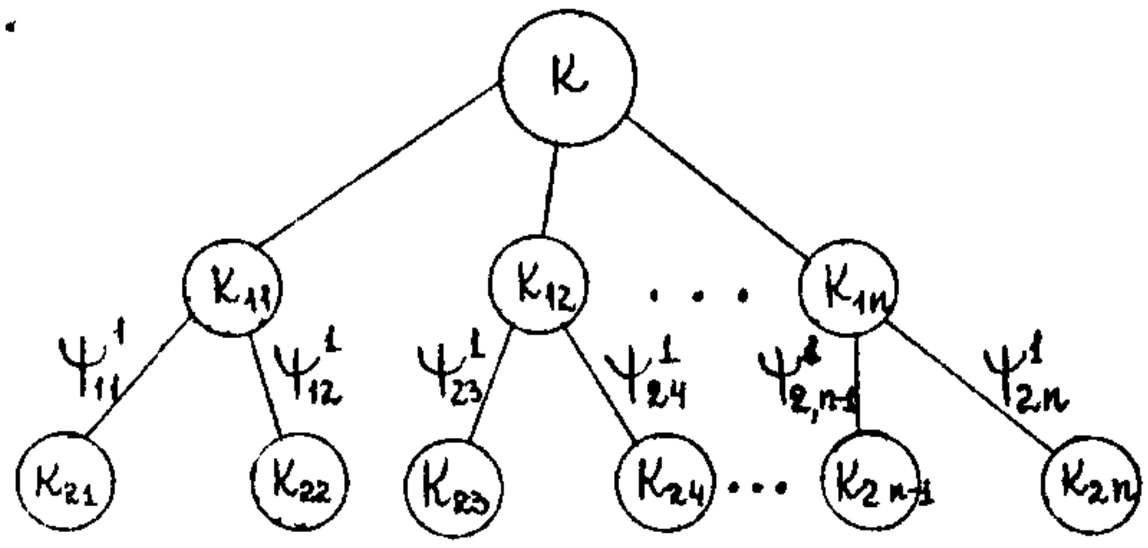

Рис.5. Дерево структуры объекта

Структуризация объектов (изделий) на составные компоненты осуществляется до уровня агрегатов и узлов. В результате формируется множество основных компонентов $\{K_n\}$, из которых образован данный объект.

4.5. На основе сформированного множества компонентов $\{K_n\}$ для каждого показателя P_m по всей выбранной номенклатуре перспективных показателей объекта прогнозирования выбирается то подмножество компонентов $K^m \in K_n$, изменения которых оказывают существенное влияние на значение данного показателя, т.е.

$$P_m\ (K_I^m, \ldots\ \ldots, K_j^m, \ldots\ \ldots, K_{n_1}^m),\ \text{где}\ m = \overline{I,M}.$$

4.6. По всем перспективным показателям P_m, $m = \overline{I,M}$ по каждому компоненту $K_j^m \in K^m$, $j = \overline{I,n_1}$ выбираются те параметры $x_i^{k_j^m}$, которые оказывают существенное влияние на значение показателя P_m, т.е.

$$P_m(K_I^m(x_1^{k_1^m}, \ldots\ \ldots, x_z^{k_1^m}), \ldots K_j^m(x_1^{k_j^m}, \ldots x_g^{k_j^m}) \ldots$$
$$K_{n_1}^m(x_{i_j}^{k_{n_1}^m} \ldots x_c^{k_{n_j}^m})).$$

Степень существенности влияния значений параметров на значение показателя P_m определяется на основе исследования физической сущности явления (процесса) с использованием математического аппарата корреляционного анализа, аналитических или экспериментальных исследований.

4.7. После выявления всего множества параметров, существенно влияющих на значение перспективного показателя P_m, устанавливается функциональная зависимость f значения показателя P_m от значений выделенных параметров компонентов, т.е.

$$P_m = f(K_I^m(x_1^{k_1^m}, \ldots), \ldots, K_{n_1}^m(x_1^{k_{n_1}^m}, \ldots, x_c^{k_{n_j}^m})).$$

Вид зависимости f определяется в результате исследования статистических данных о характере **зависимости** показателя P_m от значений параметров компонентов на ретроспективных стадиях развития объекта. При этом в качестве математического аппарата используется регрессионный анализ.

4.8. Для каждого перспективного показателя P_m, $m = \overline{I,M}$ по всему подмножеству компонентов $P_m(K_I^m, \ldots, K_j^m, \ldots, K_{n_1}^m)$ осуществляется прогнозирование развития каждого компонента K_j^m с определением значений их параметров $x_l^{K_j^m}$.

4.9. Прогноз компонентов составляется на основе имеющихся во внешней среде прогнозов развития компонентов или формируется экспертами. При этом целесообразно использовать следующие методы прогнозирования:

- морфологический анализ [I5] ;
- информационный анализ патентов [I9];
- оценка инженерно-технической значимости изобретений [I8] .

В результате для каждого компонента $K_j \in \{K_n\}$ формируются альтернативные варианты перспективных компонентов, которые по всем компонентам образуют множество $\{K_k^n\}$ (табл.I).

Таблица I

Множество альтернативных вариантов перспективных компонентов $\{K_k^n\}$.

Основные компоненты	Альтернативные варианты перспективных компонентов		
K_I	K_{II}^n	K_{I2}^n	...
K_2	K_{2I}^n	K_{22}^n	...
...			
K_j	K_{j1}^n	K_{j2}^n	...
...			
K_n	K_{n1}^n	K_{n2}^n	...

4.10. Прогнозное значение параметров $x_i^{K_j^{пп}}$ для каждого альтернативного варианта перспективного компонента $K_j^{пп}$ определяется на основе инженерного расчета с использованием функциональной зависимости F между видом перспективного компонента К и значением его параметров $x_i^{K_j^{пп}}$.

4.11. На основе множества альтернативных вариантов перспективных компонентов $\{K_к^п\}$ осуществляется формированиме множества допустимых вариантов перспективных компонентов $\{K^д\}$. Процедура формирования $\{K^д\}$ выполняется экспертами и реализуется в следующей последовательности.

Формируется условие допустимости альтернативных вариантов компонентов в виде системы ограничений (L_e). Каждый из N экспертов формирует множество альтернативных компонентов $\{K^{пi}\}$ из $\{K_к^п\}$, которые, по его мнению, с учетом системы ограничений (L_e), следует включить в $\{K^д\}$. По результатам экспертной процедуры формируется матрица $R = (r_{ij})$, $i = \overline{1,N}$; $j = \overline{1,к}$. (Рис.6), в которой

$$r_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } j\text{-й альтернативный компонент принадлежит } K^{пi} \\ 0 & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

	Альтернативные варианты перспективных компонентов					
	$K_1^п$	$K_2^п$	...	$K_j^п$	...	$K_к^п$
эксперт 1	1					1
...						
эксперт i				1		
...						
эксперт N						

Рис.6 Матрица $R = (r_{ij})$

По каждому альтернативному варианту перспективных компонентов $K_j^п$ рассчитывается величина P_j по формуле: $P_j = \sum_{i=1}^{N} r_{ij} / N$.

Она рассматривается как вероятность того, что j - й альтернативный компонент принадлежит множеству $\{K^{\Phi}\}$.

В множество $\{K^{\Phi}\}$ включаются такие K_j^{Π}, для которых $P_j > P_o$, где P_o - заранее заданная величина, близкая к единице.

4.12. Множество $\{K^{\Phi}\}$ является основой для формирования множества альтернативных вариантов перспективных конструктивных исполнений $\{\varphi_n^{\Pi}\}$объекта прогнозирования. В множество $\{\varphi_n^{\Pi}\}$ включаются все возможные сочетания из элементов множества $\{K^{\Phi}\}$ с учетом принципов конструирования.

4.13. Множество альтернативных вариантов перспективных конструктивных исполнений $\{\varphi_n^{\Pi}\}$объекта **служит базой** для формирования множества допустимых альтернативных вариантов исполнений $\{\varphi^{\Phi}\}$. Условие допустимости альтернативных вариантов исполнений формулируется в виде системы ограничений E с учетом технических, экономических и др. ограничений.

Каждый эксперт формирует множество альтернативных вариантов исполнений $\{\varphi^{\Pi_i}\}$ из $\{\varphi_n^{\Pi}\}$, которые, по его мнению, с учетом системы ограничений E, следует включить в $\{\varphi^{\Phi}\}$.

По результатам экспертной процедуры формируется матрица $R' = (\tau_{ij})$, $i=\overline{1,N}$; $j = \overline{1,n}$ (рис.7), где

$$\tau_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } j_i\text{-ое альтернативное исполнение принадлежит } \{\varphi^{\Pi_i}\} \\ 0 & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

	Альтернативные варианты перспективных конструктивных исполнений					
	φ_1^{Π}	φ_2^{Π}	...	φ_j^{Π}	...	φ_n^{Π}
эксперт I						
. . .						
эксперт N						

Рис.7. Матрица $R'=(\tau ij)$

По каждому альтернативному варианту перспективных конструктивных исполнений φ_j^{Π} рассчитывается величина P_j по формуле: $P_j = \sum_{i=1}^{N} \gamma_{ij} / N$. Она рассматривается как вероятность того, что j - й альтернативный вариант исполнения принадлежит множеству $\{\varphi^{\Theta}\}$. В множество $\{\varphi^{\Theta}\}$ включаются такие φ_j^{Π} , для которых $P_j > P_0$, где P_0 - заранее заданная величина, близкая к единице.

4.I4. Множество $\{\varphi^{\Theta}\}$ служит основой для определения прогнозных значений перспективных показателей $\{P_m^{\Pi}\}$. Для каждого альтернативного конструктивного исполнения $\varphi_i^{\Theta} \in \{\varphi^{\Theta}\}$ определяется соответствующее множество прогнозных значений перспективных показателей на основе полученных прогнозных значений параметров перспективных компонентов (п.4.I0) с использованием функциональных зависимостей f значений показателей P_m объекта прогнозирования от значений параметров его компонентов (п.4.7), т.е.

$$P_m^{\Pi} = f\left[K_1^{m\Pi}(x_1^{k_1^{m\Pi}}, \ldots, x_{k_1}^{k_1^{m\Pi}}), \ldots K_j^{m\Pi}(\ldots), \ldots K_{n_1}^{m\Pi}(x_1^{k_{n_1}^{m\Pi}}, \ldots)\right].$$

В случае невозможности установления функциональной зависимости показателей P_m объекта прогнозирования допускается определение их прогнозных значений расчетно-экспериментальным или экспертным путем.

4.I5. Для каждого альтернативного варианта φ_i^{Θ} укрупненно рассчитываются приведенные удельные затраты З и эффект Э от изменения показателей P_m. Результаты расчетов оформляются в сводную таблицу (табл.2).

Для каждого альтернативного варианта φ_i^{Θ} определяется величина эффективности э', рассчитываемая по формуле $э' = \frac{Э}{З}$. Выбор технически возможного и экономически целесообразного перспективного конструктивного исполнения осуществляется по максимуму величины э'. Выбранному перспективному конструктивному исполнению соответствует множество исследовательских значений показателей $\{P_m^{и}\}$.

Таблица 2

Результаты исследовательского прогнозирования значений показателей объекта

Альтернативные варианты исполнений	Прогнозные значения перспективных показателей				Приведенные удельные затраты З	Эффект от изменения показателей Э
	$P_1^п$	$P_2^п$	. . . .	$P_m^п$		
$\varphi_1^д$	P_{11}	P_{12}	. . . .	P_{1m}	$З^1$	$Э^1$
$\varphi_2^д$	P_{21}	P_{22}	. . . .	P_{2m}	$З^2$	$Э^2$
. . . . .	. .	. .	. . . .	. .	. . . .	. . .
$\varphi_n^д$	P_{n1}	P_{n2}		P_{nm}	$З^n$	$Э^n$

4.16. Нормативное прогнозирование показателей технического уровня объекта осуществляется с целью определения уровня будущей потребности в значениях показателей. Нормативные требования к значениям показателей определяются будущими потребностями сфер потребления объекта. Если он производится для экспорта, то нормативные значения показателей $P_m^н$ устанавливаются на уровне, обеспечивающем конкурентоспособность объекта на внешнем рынке, на основе прогнозирования динамики рыночного спроса. Если объект предназначен для внутреннего рынка, то нормативные значения показателей $P_m^н$ устанавливаются на уровне, обеспечивающем удовлетворение будущих потребностей внутренних потребителей, на основе изучения требований потребителей и прогнозирования спроса внутреннего рынка.

В зависимости от того, к какой группе показателей технического уровня относятся прогнозируемые показатели $\{P_m\}$, осуществляется выбор соответствующего метода нормативного прогнозирования.

При нормативном прогнозировании :

- группы показателей технического эффекта исходят из прогнозируемого объема работ, для выполнения которого предназначаются объекты, прогнозируемого объема производства объектов и временных нормативов;

- группы показателей надежности исходят из того, что затраты потребителя на техническое обслуживание для обеспечения функционирования объекта на протяжении срока его службы не должны превышать нормативного значения (а в перспективе должна быть устойчивая тенденция к снижению) от суммы затрат, связанных с приобретением и функционированием объекта в течение его жизненного цикла;

- группы показателей технологичности и ресурсоемкости рабочего процесса исходят из существующего дефицита всех видов ресурсов и тенденций их изменения в перспективе;

- группы показателей безопасности и экологичности исходят из предельно допустимых нормативов, обеспечивающих охрану человека и окружающей его среды.

4.17. На основе результатов прогнозирования рыночного спроса, нормативного прогнозирования значений показателей с учетом существующих взаимосвязей между показателями различных групп формируются нормативные значения перспективных показателей $\{P_m^н\}$.

4.18. Выбор значений показателей для регламентации в стандарте ОТТ осуществляется по результатам процедуры сравнения вариантов исследовательских значений перспективных показателей $\{P_m^и\}$ с их нормативными значениями $\{P_m^н\}$ и процедуры принятия решения.

В результате сравнения вариантов исследовательского значения показателя $P_c^и$ и его нормативного значения $P^н$ может быть выявлено три варианта их соотношений:

I. $P_i^{И} < P^{Н}$ - перспективные потребности превышают будущие возможности:

2. $P_i^{И} = P^{Н}$ - перспективные потребности соответствуют будущим возможностям;

3. $P_i^{И} > P^{Н}$ - будущие возможности превышают перспективные потребности.

Если имеет место вариант I, то определяется размер дополнительных затрат, требуемых для достижения значения $P^{Н}$. Решение о регламентируемом значении показателя принимается с учетом возможности реализации дополнительных затрат.

Если имеет место вариант 2, то решение о регламентируемом значении показателя принимается на уровне $P^{Н}$.

Если имеет место вариант 3, то решение о регламентируемом значении показателя принимается на уровне $P^{И}$.

ПРИЛОЖЕНИЯ

I. Программа решения оптимизационной задачи по алгоритму Данцига

```
10 REM АЛГОРИТМ ДАНЦИГА
20 PRINT HEX(03);"ВВЕДИТЕ КОЛИЧЕСТВО ОБ'ЕКТОВ":INPUT N
30 MAT REDIM F(N):MAT REDIM Z(N):MAT REDIM A(N):MAT A=ZER
40 PRINT "ВВЕДИТЕ ВЕКТОР ОЦЕНОК ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБ'ЕКТОВ":MAT INPUT
 F(N)
50 PRINT "ВВЕДИТЕ ВЕКТОР ЗАТРАТ":MAT INPUT Z(N)
60 PRINT "ВВЕДИТЕ ВЫДЕЛЕННЫЙ ОБ'ЕМ ФИНАНСИРОВАНИЯ ":INPUT B
70 FOR I=1TON:A(I)=F(I)/Z(I):NEXT I
80 REM УПОРЯДОЧЕНИЕ ПРИРАЩЕНИЙ:MAT G=A
90 MAT D=G
100 FOR I=1TO(N-1):IF G(I)<G(I+1)THEN120
110 NEXT I:GOTO 130
120 Y=G(I):G(I)=G(I+1):G(I+1)=Y:GOTO 110
130 FOR I=1TON:IF D(I)=G(I)THEN140:GOTO 90
140 NEXT I
150 REM ВЫБОР ОБ'ЕКТОВ
160 K=0:X=0:M=N:L=N:MAT REDIM S(L):MAT S=ZER
170 FOR I=1TON
180 FOR J=1TOM:IF G(I)=A(J)THEN200
190 NEXT J
200 X=X+Z(J):IF X<=BTHEN220
210 MAT REDIM S(K):GOTO 230
220 K=K+1:S(I)=J:NEXT I:GOTO 210
230 REM ПЕЧАТЬ НОМЕРОВ ВЫБРАННЫХ ОБ'ЕКТОВ:PRINT "НОМЕРА ВЫБРАННЫХ
 ОБ'ЕКТОВ":FOR I=1TOK:PRINT S(I):NEXT I
```

2. Программа расчета коэффициентов относительной значимости показателей

```
10 REM РАСЧЕТ КОЭФФИЦИЕНТОВ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ВАЖНОСТИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
20 PRINT HEX(03);"ВВЕДИТЕ КОЛИЧЕСТВО СРАВНИВАЕМЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ":IN
PUT N:M=N
30 MAT REDIM B(N)
40 FOR I=1TON:B(I)=1/M:NEXT I
50 K=0
60 MAT C=ZER:MAT REDIM C(N,M)
70 MAT A=ZER
80 MAT REDIM A(N,M)
90 PRINT "ВВЕДИТЕ ТАБЛИЧУ ОЦЕНОК ПАРНЫХ СРАВНЕНИЙ ПОСТРОЧНО ПО";K
+1;"ЭКСПЕРТУ":MAT INPUT A(N,M)
100 FOR I=1TON:FOR J=1TOM:C(I,J)=C(I,J)+A(I,J):NEXT J:NEXT I
110 K=K+1
120 PRINT "ВСЕ ЛИ ЭКСПЕРТЫ ?(ЕСЛИ НЕТ - 0, ЕСЛИ ДА - 1)":INPUT P:
IF P=0THEN70
130 FOR I=1TON:FOR J=1TOM:C(I,J)=C(I,J)/K:NEXT J:NEXT I
140 L=0
150 FOR I=1TON:FOR J=1TOM:L=L+C(I,J)*B(I):NEXT J:NEXT I
160 MAT D=C*B
170 MAT B=D
180 FOR I=1TON:B(I)=B(I)/L:NEXT I
190 PRINT HEX(03);" КОЭФФИЦИЕНТЫ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ВАЖНОСТИ"
200 FOR I=1TON:PRINT TAB(15+(I-1)*7);:PRINTUSING "#.###",B(I);:NE
XT I:PRINT :PRINT
```

3. Программа выбора подмножества наиболее значимых показателей

```
10 REM ВЫБОР ПОДМНОЖЕСТВА НАИБОЛЕЕ ЗНАЧИМЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
20 PRINT HEX(03);"ВВЕДИТЕ КОЛИЧЕСТВО ПОКАЗАТЕЛЕЙ":INPUT N
30 MAT REDIM B(N)
40 PRINT "ВВЕДИТЕ ВЕКТОР КОЭФФИЦИЕНТОВ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ВАЖНОСТИ":MA
T INPUT B(N)
50 PRINT "ВВЕДИТЕ КОЛИЧЕСТВО ЭКСПЕРТОВ":INPUT T
60 REM РАНЖИРОВКА ВЕКТОРА B(N):MAT G=B:M=N
70 MAT Z=G
80 FOR I=1TO(M-1):IF G(I)<G(I+1)THEN100
90 NEXT I:GOTO 110
100 Y=G(I):G(I)=G(I+1):G(I+1)=Y:GOTO 90
110 FOR I=1TOM:IF Z(I)=G(I)THEN120:GOTO 70
120 NEXT I
130 REM ПРОВЕРКА ГИПОТЕЗЫ:MAT REDIM A(M,N)
140 PRINT "ВВЕДИТЕ МАТРИЦУ МАТОЖИДАНИЙ ПРЕДПОЧТЕНИЙ":MAT INPUT A(
M,N)
150 FOR I=1TON:IF G(1)=B(I)THEN170
160 NEXT I
170 Y=I
180 K=N:W=0
190 PRINT "ВВЕДИТЕ ЗНАЧЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ PO":INPUT PO
200 PRINT "НАЙДИТЕ ПО ТАБЛИЦЕ КВАНТИЛЕЙ НОРМАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ
 СООТВЕТСТВУЮЩЕЕ ЗАДАННОМУ УРОВНЮ ЗНАЧИМОСТИ ЗНАЧЕНИЕ UKPИT. И ВВ
ЕДИТЕ ЕГО":INPUT R
210 FOR J=NTO2STEP-1:W=J
220 FOR I=1TOK:IF G(J)=B(I)THEN240
230 NEXT I
240 X=I
250 U=(A(Y,X)-PO)*SQR(T)/SQR(PO*(1-PO)):PRINT "U=";U
260 IF U<RTHEN280
270 NEXT J:GOTO 320
280 PRINT "НОМЕРА НАИБОЛЕЕ ЗНАЧИМЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ":FOR I=1TOW:FOR J
=1TON:IF G(I)=B(J)THEN300
290 NEXT J
300 PRINT J
310 NEXT I:GOTO 350
320 PRINT "НОМЕР НАИБОЛЕЕ ЗНАЧИМОГО ПОКАЗАТЕЛЯ":FOR I=1TON:IF G(1
)=B(I)THEN340
330 NEXT I
340 PRINT I
350 END
```

Литература

I. Амиров Ю.Д. Стандартизация и проектирование технических систем. – М.: Издательство стандартов, I985.

2. Бобровников Г.Н., Быков В.А. Управление техническим уровнем и качеством продукции с использованием принципов и методов опережающей и комплексной стандартизации. – М.: I984.

3. Бобровников Г.Н., Клебанов А.И. Прогнозирование в управлении техническим уровнем и качеством продукции. – М.: Издательство стандартов, I984.

4. Мартино Дж. Технологическое прогнозирование. – М.: Прогресс, I977.

5. Педиков В.М. Прогнозирование показателей качества низковольтных асинхронных двигателей. Автор.дисс. на соискание ученой степени канд.техн.наук. – Томск, I983.

6. Методические рекомендации МР 46–82. Прогнозирование развития стандартизации систем автоматизированного проектирования – М.: ВНИИНМАШ, I982.

7. Методические рекомендации. Прогнозирование технического уровня и качества изделий при разработке стандартов. – М.: ВНИИНМАШ, I974.

8. Рабочая книга по прогнозированию / Отв.ред.И.В.Бестужев-Лада. – М.: Мысль, I982.

9. Руководство по научно-техническому прогнозированию. Перевод с англ.под ред.Л.М.Громова. – М.: Прогресс, I977.

I0. Саркисян С.А., Ахундов В.М., Минаев Э.С. Большие технические системы. Анализ и прогноз развития. – М.: Наука, I977.

II. Симонс Дж. ЭВМ пятого поколения: компьютеры 90-х годов. – М.: Финансы и статистика, I985.

I2. Ухов Н.Н., Михайлов С.К., Белякова Е.И. Прогнозирование качества продукции. – Л.: Наука, I980.

I3. Феник Я. Основные принципы опережающей стандартизации. – М.: Издательство стандартов, I970.

I4. Холл А. Опыт методологии для системотехники. - М.: Советское радио, I973.

I5. Янч Э. Прогнозирование научно-технического прогресса. - М.: Прогресс, I974.

I6. Методические указания РД 50-435-83. Порядок разработки государственных стандартов с перспективными требованиями в составе научно-исследовательских работ по определению перспектив развития групп однородной продукции. - М.: Издательство стандартов, I984.

I7. Рекомендации Р 50-54-8-87. Методические подходы к классификации, группированию и определению областей применения показателей качества изделий машиностроения и приборостроения. - М.: ВНИИНМАШ, I987.

I8. Гмошинский В.Г., Флиорент Г.И. Теоретические основы инженерного прогнозирования. - М.: Наука, I973.

I9. Лисичкин В.А. Теория и практика прогностики.-М.: Наука, I972.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

I. РАЗРАБОТАНЫ Всесоюзным научно-исследовательским институтом по нормализации в машиностроении

ИСПОЛНИТЕЛИ: к.т.н.В.Ф.Макулов (руководитель темы), к.т.н.Ю.Д.Амиров, Е.В.Кук (ответственный исполнитель).

2. УТВЕРЖДЕНЫ приказом ВНИИНМАШ № 48 от I9 февраля I988 г.

3. ВВЕДЕНЫ ВПЕРВЫЕ.

Содержание

Стр.

I. Общие положения 4

2. Прогнозирование состава объектов перспективной стандартизации 8

3. Прогнозирование номенклатуры показателей объекта перспективной стандартизации I2

4. Прогнозирование значений показателей технического уровня объекта перспективной стандартизации I7

Приложения 26

Литература 29

Информационные данные 30

Прогнозирование показателей технического уровня продукции машиностроения как объекта перспективной стандартизации

Рекомендации Р 50-54- 47-88

Редактор Трайнин А.И.

Мл.редактор Еремеева Т.В.

ВНИИНМАШ Госстандарта СССР

Ротапринт ВНИИНМАШ I23007 Москва, ул.Шеногина, 4

Тираж 300 экз. Объем I,3 уч.изд.л. Цена 50к.

Заказ № II82-88-I I4.04.88г.