

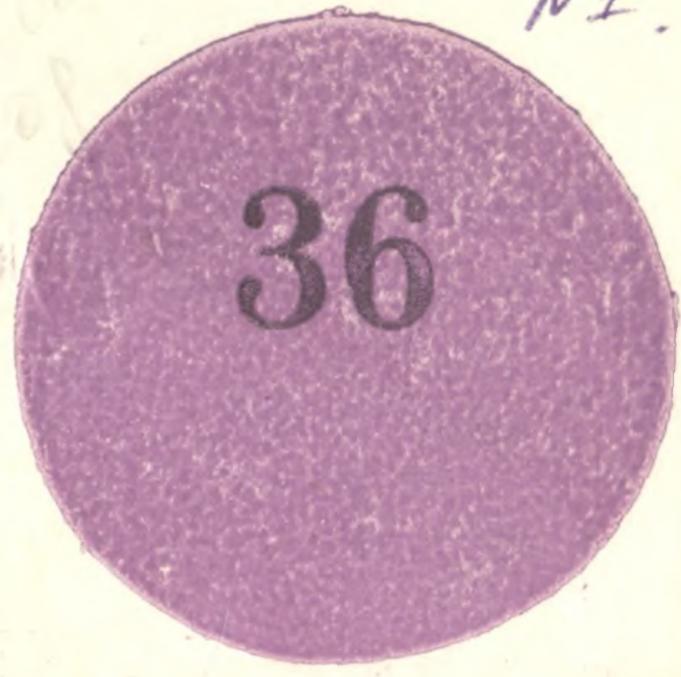


ISSN 0134—6245

№1.

*ест. ин-т кибернет.*

**ВЫПУСК**



# ВОПРОСЫ РАСУ

**Т А Ш К Е Н Т**

Ш.М.Камилов, Е.И.Гутов, Д.М.Расулев

ОБ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕДУРЫ ВЫБОРА  
МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

Достоверность и оперативность разработанных прогнозов во многом определяются тем, насколько правильно и быстро выбран метод прогнозирования. Каждый метод прогнозирования имеет более или менее определенную область применения, в границах которой он эффективен. Эта область определяется спецификой системы концепций, лежащей в основе метода прогнозирования.

В современных условиях, когда эволюция исследований в области разработки научно обоснованных прогнозов приводит к возникновению непрерывных автоматизирующих прогнозирующих систем, разработка систем автоматизации процедуры выбора методов прогнозирования приобретает особую актуальность. Проблема выбора метода прогнозирования является одной из основных среди проблем прогностики, а процесс ее алгоритмизации - мало изученным и не решенным. В связи с этим в настоящее время широко ведутся исследования по формализации, упрощению и автоматизации принятия решений с целью сделать выбор метода надежным и однозначным.

В работе [1] процесс выбора метода определяется как поиск места заданного объекта прогнозирования в классификации объектов, как формирование информационного массива заданного объекта и определение группы требований из перечня, которым соответствует информационный массив заданного объекта, и наконец, выбор метода прогнозирования, соответственно его требованиям, предъявляемым к исходной информации.

Классификация объекта характеризуется определением его места в структуре общественного производства. Процедура поиска заданного объекта прогнозирования в классификацион-

ной системе объектов определяется как его признаками, так и характеристиками факторов, влияющих на объект.

Информационный массив для заданного объекта прогнозирования формируется в основном на этапе анализа объекта и его фона. На данном этапе информационный массив переструктурируется с точки зрения группирования характеристики объекта для последующего анализа. Выбор метода при этом осуществляется по следующему алгоритму.

В классификационной характеристике объекта к каждой характеристике объекта относится кодовая группа признаков, которая сравнивается с кодом требований к исходным данным на основании метода прогнозирования. По коду группы требований к информационному массиву определяется метод прогнозирования, подходящий для данного объекта. С помощью описанного алгоритма можно выбрать несколько методов прогнозирования заданного объекта.

В работе [2] процедура выбора метода прогнозирования заключается в следующих операциях:

- процесс изменения объекта на элементы (характеристики) допускающие прогнозирование на начальной этапе более простыми методами;

- выбор метода, исходя из характеристики и специфики объекта;

- итеративность выбора, с постепенным сужением круга подходящих методов;

- формализованные процедуры выбора, пригодные лишь на ранних стадиях первоначального отбора групп подходящих методов;

- базирование формализации процедуры выбора прогнозирования объекта на четких классификациях методов и объектов прогнозирования;

- возможность синтеза результатов прогнозов элементов, получаемых выбранными методами.

Блок-схема процедуры выбора метода этим способом представлена на рис. 1.

Существующие способы выбора метода прогнозирования требуют сбора и анализа значительного объема информационных признаков изучаемых методов и объектов и характеризуются длительностью и сложностью этой процедуры. Нами предлагаются более перспективные пути автоматизации процедуры выбора

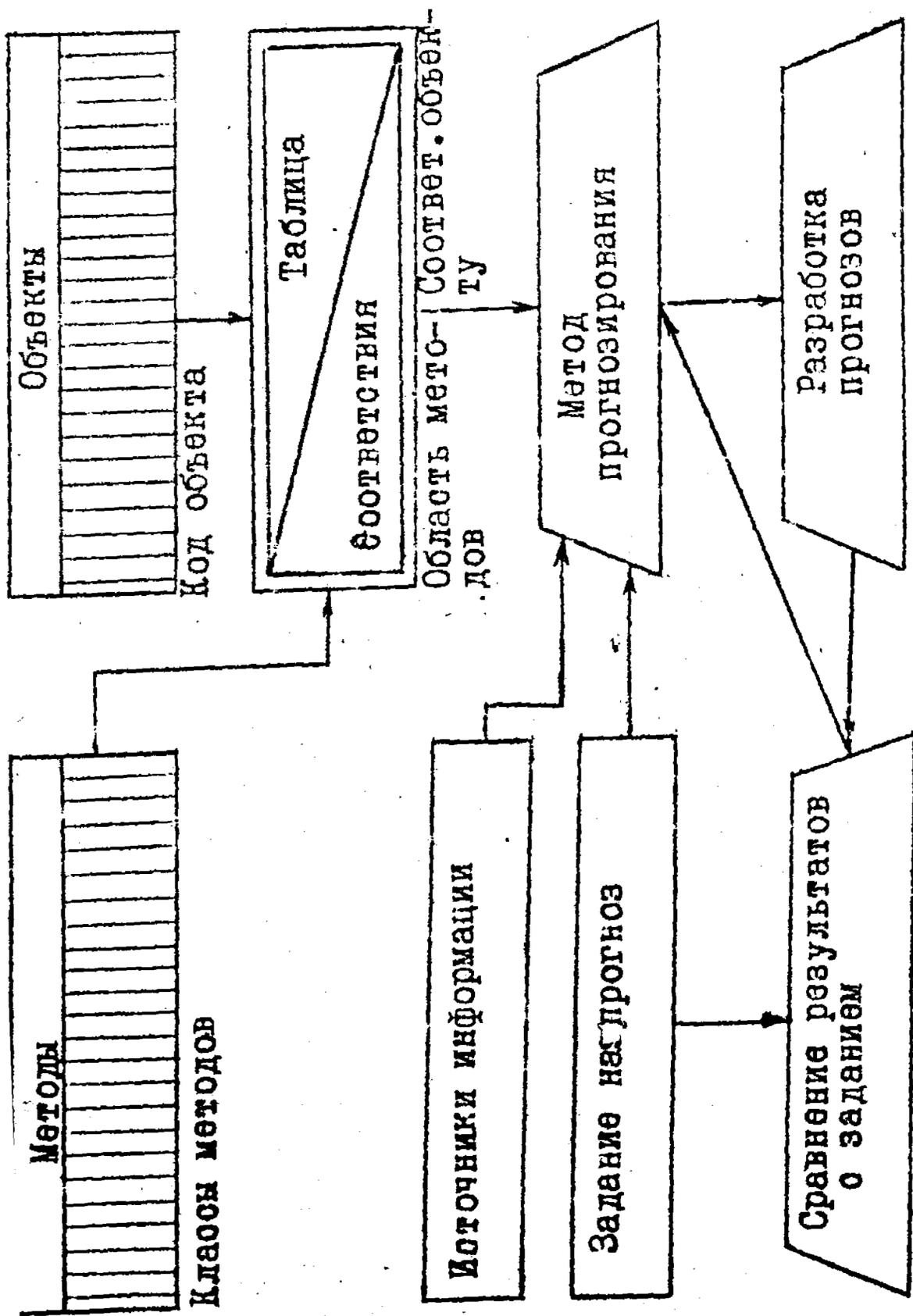


Рис. I

методов прогнозирования.

Как известно, на выбор метода прогнозирования главным образом влияют характер объекта прогнозирования и внешней по отношению к нему среды, а также длина информативности ретроспективного и прогнозируемого периодов.

В основу решения поставленной задачи нами положены следующие принципы:

- выбор методов под воздействием внешней среды к объекту прогноза;
- любому прогнозу свойственна доля неопределенности тем больше, чем шире горизонт предвидения;
- прогнозирование в значительной степени зависит от длины информативности ретроспекции.

Поясним это следующим образом.

Пусть  $X(t) = [\alpha_1(t), \dots, \alpha_n(t)]$  - вектор основных компонентов определенного метода прогнозирования, где  $\alpha_i(t)$  - отдельный, выбранный для исследования компонент;

$Y(t) = [\gamma_1(t), \dots, \gamma_m(t)]$  - вектор основных факторов внешней среды, оказывающих воздействие на соответствующий метод прогнозирования;

здесь  $\gamma_i(t)$  - отдельный, учитываемый при исследовании фактор;

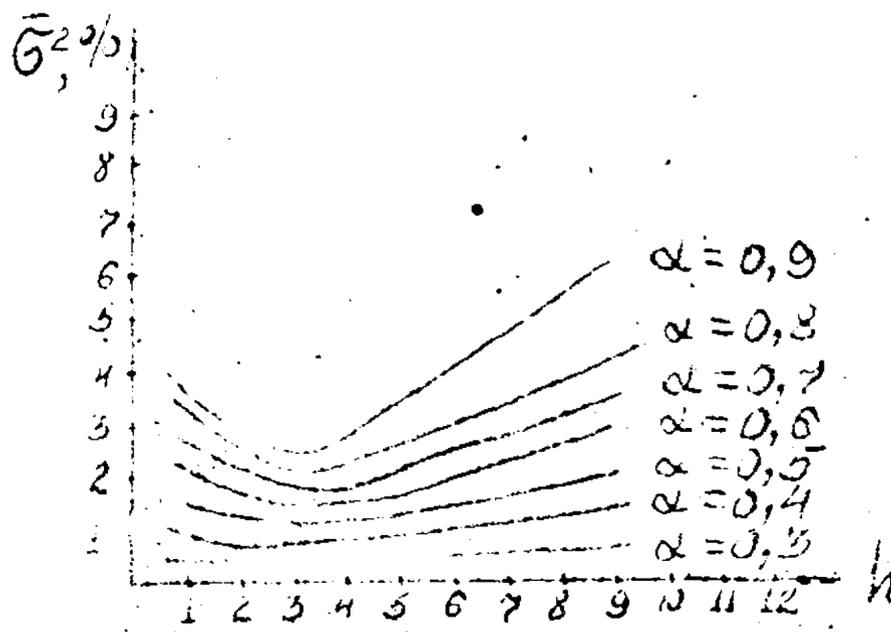


Рис. 2.

$z(t) = [z_1(t), \dots, z_k(t)]$  - вектор основных факторов длины информативности ретроспекции объекта прогноза;

$z_{\gamma}(t)$  - отдельный выбранный для анализа фактор;

$V(t) = [v_1(t), \dots, v_e(t)]$  - вектор основных компонентов прогнозируемого периода,

где  $v_{\beta}(t)$  - отдельный элемент компонентов прогнозируемого периода.

Тогда в общем случае каждый компонент  $x_i(t)$  метода прогнозирования испытывает на себе воздействие факторов  $y_j(t), z_{\gamma}(t), v_{\beta}(t)$ , т.е.:

$$x_i(t) \begin{cases} y_{1i} [y_1(t), \dots, y_m(t)] \\ z_{1i} [z_1(t), \dots, z_k(t)] \\ v_{1i} [v_1(t), \dots, v_e(t)] \end{cases} \quad (1)$$

Для оценки степени воздействия этих отдельных факторов выражение (1) удобно представить в виде (2) - (4),

где  $y_i(t), z_i(t), v_i(t)$  соответственно оцененное суммарное воздействие факторов внешней среды, длины информативности ретроспекции и прогнозируемого периода на  $i$ -й компонент определенного метода прогнозирования:

$$\left. \begin{aligned} x_i(t) &= (y_{2i} [y_i(t)]) \\ y_i(t) &= \sum_{j=1}^m a_{ij}(t) y_j(t) \end{aligned} \right\} \begin{aligned} &(i=1, \dots, n) \\ &(j=1, \dots, m) \end{aligned} \quad (2)$$

$$\left. \begin{aligned} x_i(t) &= z_{2i} [z_i(t)] \\ z_i(t) &= \sum_{\gamma=1}^k b_{i\gamma}(t) z_{\gamma}(t) \end{aligned} \right\} (i=1, \dots, k) \quad (3)$$

$$\left. \begin{aligned} x_i(t) &= V_{2i} [V_i(t)] \\ V_i(t) &= \sum_{\beta=1}^{\ell} c_{i\beta}(t) V_{\beta}(t) \end{aligned} \right\} (\beta=1, \dots, \ell) \quad (4)$$

$\alpha_{ij}(t)$ ,  $b_{ij\mu}(t)$ ,  $c_{i\beta}(t)$  - соответственно осредненная оценка относительной важности воздействия  $j, \mu, \beta$  -х факторов на  $i$ -й компонент метода прогнозирования в момент времени  $t$ . Коэффициенты  $\alpha_{ij}(t)$ ,  $b_{ij\mu}(t)$ ,  $c_{i\beta}(t)$  могут быть определены как статистическим путем с обработкой данных на ЭВМ, так и на основе экспертного опроса.

Выражения (2)-(4) позволяют сделать автоматизированный отбор наиболее существенных факторов, которые дадут возможность произвести выбор конкретного метода для определенных объектов прогнозирования. Эффективность выбранного метода прогнозирования, как известно, определяется оценкой качества получаемого прогноза ( $\bar{\sigma}^2$ ), на которой в свою очередь значительное влияние оказывает длина информативного периода (предыстория)  $n$ , прогнозируемого периода  $\Delta t$  и коэффициента  $\alpha$ .

При  $\alpha = 1$  имеет место предсказание, равнозначное простому переносу прошлых значений  $f(t)$  на будущее. По мере роста свойства консервативности процессов используют неравенства  $1 > \alpha > 0,5$ , а в особо сильных случаях -  $0,5 > \alpha > 0,1$ .

На рис.2 приведен график зависимости среднеквадратической ошибки  $\bar{\sigma}^2$  от информативного периода  $n$ ,  $\bar{\sigma}^2 = f(n)$ . Из графика видно, что  $\bar{\sigma}^2 = f_{\alpha}(n)$  достигает минимума в точке  $n_{\min} = 5$ , при  $n = n_{\min}$  ошибка прогноза резко возрастает с ростом  $n$  для больших значений  $\alpha$  и практически остается неизменной для малых значений  $\alpha$  ( $= 0,3 + 0,4$ )

На рис.3 представлена зависимость качества прогноза от длины прогнозируемого периода  $\bar{\sigma}^2 = f_{\alpha}(\Delta t)$ . Из графика следует, что для больших значений  $\alpha$  ( $> 0,5$ ) ошибка предсказания резко возрастает с увеличением периода прогноза  $\Delta t$ . При значениях же  $\alpha \leq 0,4$  качество прогноза мало зависит от длины прогнозируемого периода. Приведенные графики по-

казывают, что качество прогноза зависит прежде всего от параметров  $\alpha$ , а затем при определенных значениях  $\alpha$  - от переменных  $n$  и  $\Delta t$ . Исследуя зависимость  $\bar{\sigma}^2$  от  $\alpha$ ,

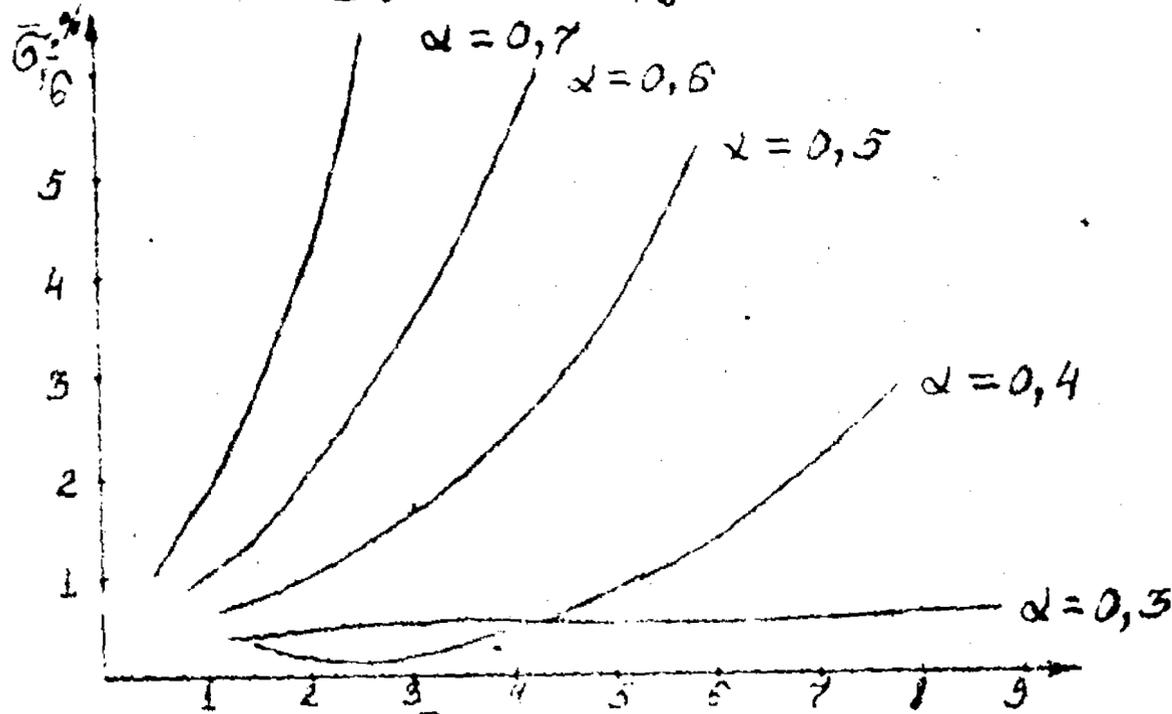


Рис. 3

можно установить и границы изменения  $\alpha$ ,  $\alpha_n < \alpha_{opt} < \alpha_\beta$ , в пределах которых качество прогноза мало зависит от информативного и прогнозируемого периодов. Иными словами, речь идет об определении оптимального значения  $\alpha_{opt}$ , при котором прогноз любой длительности по тому или иному методу прогнозирования достигается наиболее экономичным путем. В нашем примере зависимость  $\bar{\sigma}^2$  от  $\alpha$ ,  $\bar{\sigma}^2 = f(\alpha)$  при  $n_{min} = 3$  имеет форму, представленную на рис. 4.

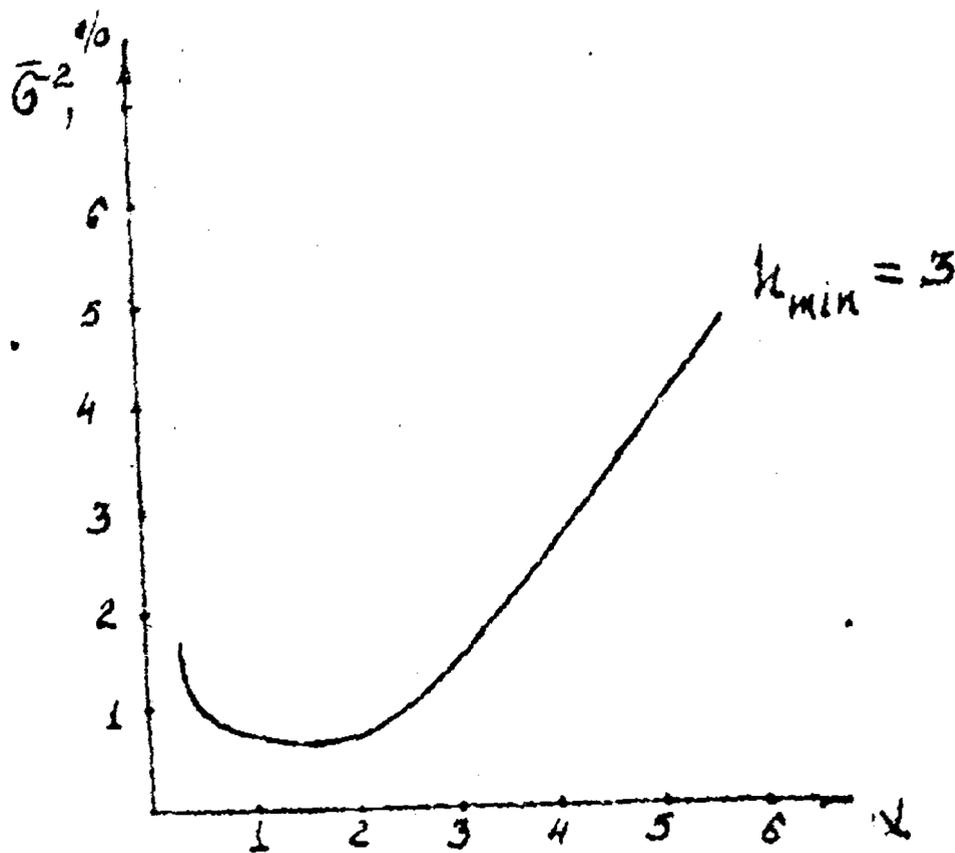


Рис. 4

Из этого графика следует, что оптимальное значение  $\alpha$  лежит в пределах  $0,2 < \alpha_{\text{опт}} < 0,4$ .

Таким образом, по этой методике в первую очередь необходимо определить оптимальное значение  $\alpha_{\text{опт}}$ , а затем, исходя из основных количественных и качественных характеристик объектов и методов прогнозирования, приступить к нахождению искомого решения.

Наиболее перспективное направление в автоматизации процедуры выбора методов прогнозирования представляется в разработке и создании специальных пакетов прикладных программ (ППП) универсального назначения на основе комплекса программ с общим управляющим модулем, основная цель построения которого заключается в разработке "таблицы соответствия", выполняющей функции анализатора выбора метода прогнозирования по конкретным поступившим данным. Таблица представляет собой описание критериев и ограничений по каждому методу и объекту. Такую таблицу можно подготовить экспериментальным путем, проанализировав все основные критерии, параметры и ограничения различных методов прогнозирования.

Построение автоматизированной системы выбора метода прогнозирования (АСВМП) включает в себя следующие основные этапы.

1. Анализ исходных данных прогнозирования для выявления показателей и характеристик, необходимых для выработки критериев.

2. Выбор и формулировка критериев для каждого метода прогнозирования.

3. Составление "таблицы соответствия".

4. Разработка выходов системы в различных ситуациях несоответствия показателей и критериев.

Укрупненная блок-схема работы АСВМП представлена на рис.5. Предлагаемые методики выбора методов прогнозирования нашли свое практическое применение при прогнозировании основных технико-экономических показателей развития ведущих отраслей промышленности в частности, деревообрабатывающей промышленности УзССР. При прогнозировании потребности в продукции деревообработки, а конкретно, в столярных изделиях, нами были использованы некоторые методы прогнозирования, при этом от-

носительная ошибка получилась различной (таблица).

Столярные изделия	Относительная ошибка прогноза при методах прогноза - $\epsilon$ % :				
	Марковской цепи	Экстраполяции тренда	Нормативно-целевом	Интегральном	коэфф. снижения ошибок
Оконные блоки	5,8-14,8	4,6-13,7	4,9-14,3	2,1-7,8	0,84
Дверные блоки	4,9-13,1	3,4-10,1	3,1-9,0	2,8-8,1	0,77
Половая доска	7,1-19,6	4,7-9,8	3,3-9,7	3,2-9,4	0,73
Погонажные изделия	6,4-15,1	5,8-9,3	4,0-8,9	4,7-9,2	0,81
ДСИ	5,9-13,8	5,9-13,8	5,2-12,3	3,1-8,3	0,90
Пиломатериал	7,0-17,1	5,1-11,3	4,4-10,3	4,1-9,6	0,74
Паркет	6,7-15,6	6,3-14,9	5,9-13,7	4,3-9,9	0,86

Прогнозирование по методу, выбранному, исходя из изложенной нами методологии - интегральной модели, - дали наиболее достоверные прогнозные показатели.

Найденные на основании интегральной модели прогнозные значения были сравнены с директивными плановыми данными потребности по каждому виду столярных изделий за 1981-1985 гг. и с результатами, полученными при других методах прогнозирования.

Анализ полученных данных показал, что при прогнозе по Марковским моделям относительная ошибка составила от 6,8 до 14,8%, при методе экстраполяции тренда - от 4,6 до 13,7%, а нормативно-целевом - от 4,9 до 14,3%. В результате же прогноза интегральным методом, как видно из таблицы, степень относительной ошибки снизилась на 16% по оконным блокам, на 23% по дверным блокам, 27% по половой доске и т.д.

Таким образом, за счет оптимизации выбора метода прогнозирования значительно улучшено качество и достоверность полученных прогнозных результатов развития этих отраслей, они стали более практичными и приемлемыми для отраслевого перспективного планирования и управления.

Рассмотренная задача является частью общего состава прогнозных моделей подсистемы перспективного и текущего планирования отраслевой АСУ "Деревообработка". Кроме того, практическая реализация этого метода на примере деревооб-

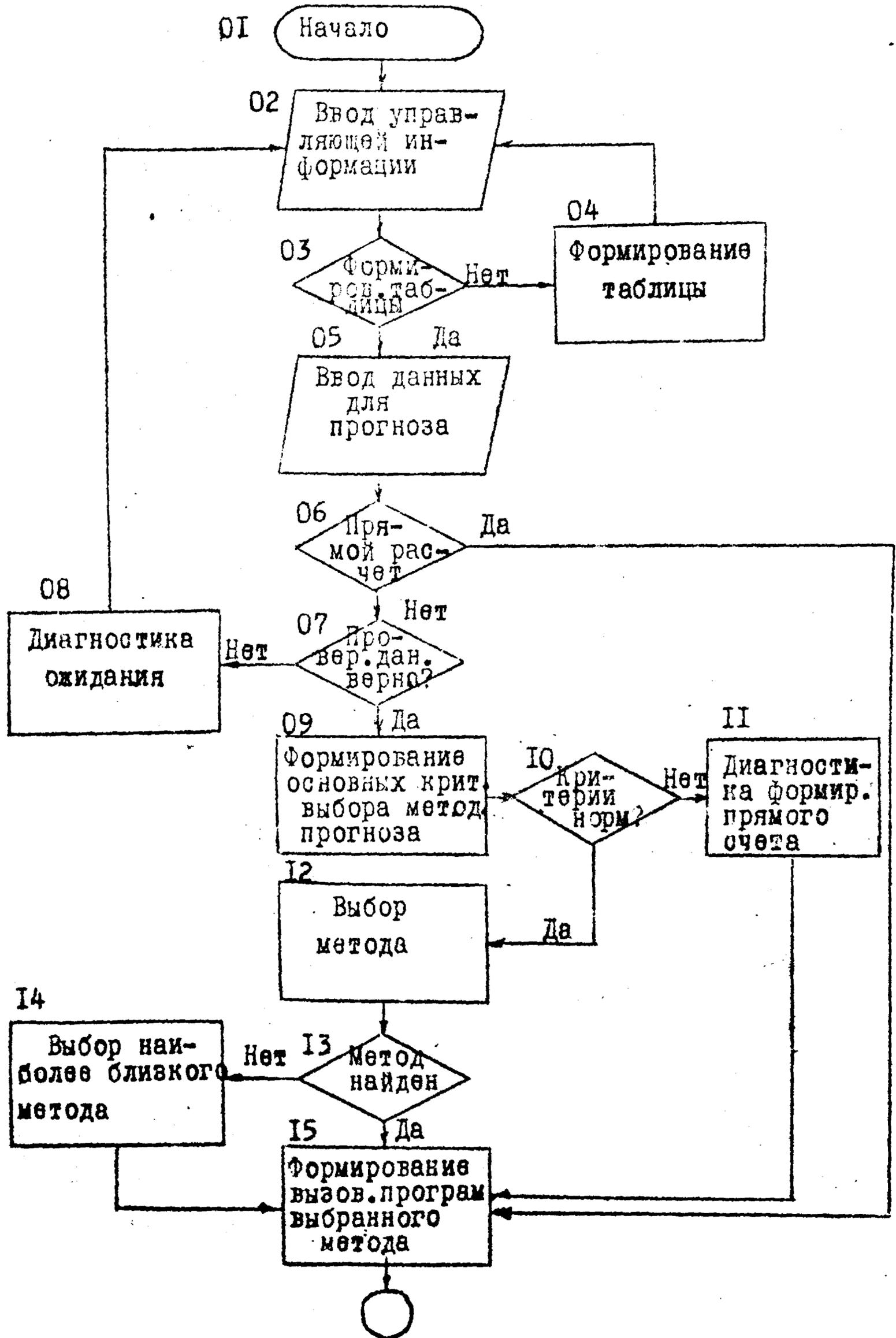
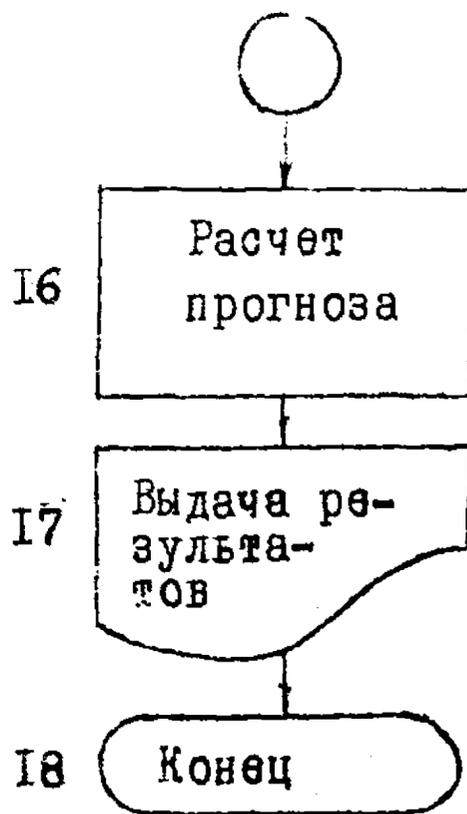


Рис. 5

Окончание рис.5.



работывающей промышленности республики и полученные результаты могут быть включены в состав функциональной подсистемы "Деревообработка" АСПР УзССР.

#### Л и т е р а т у р а

1. Лисичкин В.А. Отраслевое научно-техническое прогнозирование. - М.: Экономика, 1971.

2. Каспий В.И. Методология анализа объекта прогнозирования. Сб.: Прогнозирование и эффективность научно-технического прогресса. - Брест, 1976.

Поступила в редколлегию

03.10.1983 г.