

## СТРУКТУРА ОСНОВНЫХ КОМПОНЕНТ ЭКОНОМИКО- КОНСАЛТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СПИРТОВЫМ ПРОИЗВОДСТВОМ

**В.К. Битюков, С.В. Востриков, В.А. Приходай, М.Н. Тарасов**

*Воронежская государственная технологическая академия*

*Представлена членом редколлегии профессором В.И. Коноваловым*

**Ключевые слова и фразы:** консалтинг; производство этанола; фрейм; экспертная система.

**Аннотация:** Описаны компоненты разработанной экспертной системы управления материальными и энергетическими потоками спиртового производства и их взаимосвязи. Разработаны универсальные фреймовые структуры представления знаний и базы данных. Показан способ формирования интерфейса пользователя. Формализован подход к разработке моделей информационного и программного обеспечения, практической реализации экспертной системы синтеза прогнозов состояний спиртового производства.

---

Экономико-консалтинговая система управления (ЭКСУ) представляет собой совокупность математических моделей материальных и энергетических потоков спиртового производства (СП) с управлением выходными параметрами по иерархии уровней функционирования, обеспечивающих построение алгоритмического, информационного и программного обеспечения в виде экспертной системы-советчика по всему производственному комплексу спиртового завода.

ЭКСУ включает следующие основные компоненты:

- базу знаний;
- имитационные математические модели технологических процессов;
- машину логического вывода;
- блок рекомендаций;
- базу данных;
- интерфейс пользователя.

Структурно базу знаний системы разделим на базу фактов и набор блоков принятия решений. Информация о свойствах компонент СП размещается в базе фактов, а правила принятия решений – в наборе блоков принятия решений. При этом основной структурной единицей базы знаний служит фрейм.

Базой фактов будем называть совокупность поименованных наборов статических фреймов, предназначенных для описания свойств и элементов спиртового производства. Структура слотов статических фреймов соответствует структуре того или иного элемента информации текущего состояния СП.

Тогда в качестве имени фрейма целесообразно использовать имя компонента СП, свойства которого представлены слотами этого фрейма. В качестве имен слотов следует применять наименования свойств рассматриваемого компонента, а значениями слотов будут служить значения соответствующих свойств компонента СП. Такой подход позволяет разработать типовую структуру фрейма для представления фактов (табл. 1).

Таблица 1

Типовая структура фрейма для представления фактов

Имя слота	Содержимое слота
Наименование свойства 1	Значение свойства
Наименование свойства 2	Значение свойства
.....	.....
Наименование свойства $n$	Значение свойства

Показанная типовая структура фрейма и результаты структуризации знаний о СП дают возможность построения всех фреймов базы фактов.

В целом каждая совокупность одноименных фреймов составляет некоторое множество или область базы фактов, где хранятся сведения обо всех свойствах компонентов СП.

Наличие в базе фактов подобных фреймов позволяет сохранять и накапливать в ней приобретенный диагностический опыт. Тем самым создается основа для организации поиска рассчитанных состояний и исключается возможность их повторного создания.

Такой подход позволил определить структуру базы фактов и блока принятия решений, отражающие структуру информационного обеспечения экспертной системы СП и представленные на рис. 1 и 2 соответственно.

Математические модели производства представляют собой шесть групп уравнений, разделенных по участкам (цехам) производства.

Модель каждого участка состоит из последовательности уравнений материальных и тепловых балансов по всем основным технологическим аппаратам. Покажем используемые уравнения на примере смесителя-предразварника (рис. 3).

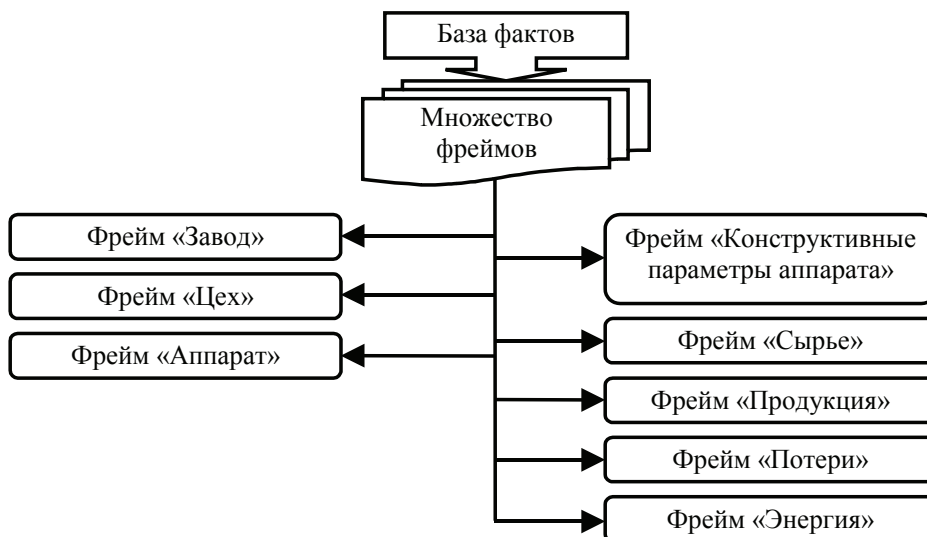


Рис. 1 Структура базы фактов

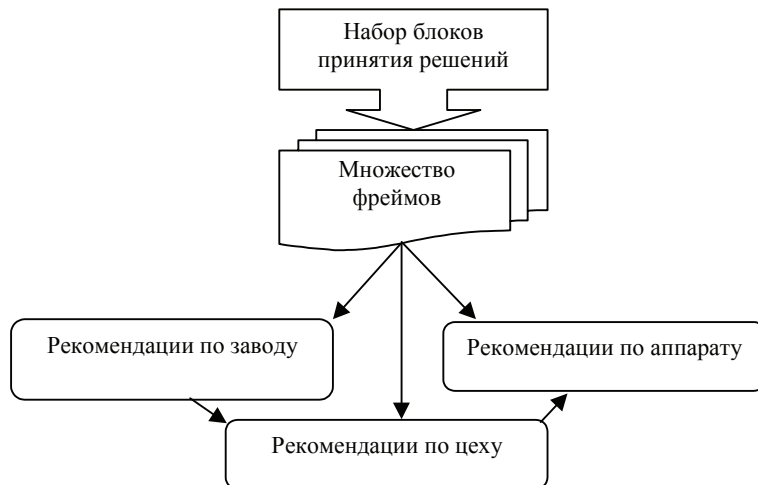


Рис. 2 Схема структуры блока принятия решений

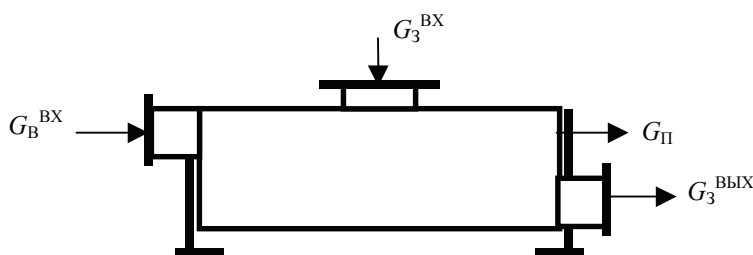


Рис. 3 Схема входных и выходных потоков смесителя-предразварника:

$G_3^{BX}$  – количество измельченного зерна на смешивание, кг;

$G_B^{BX}$  – количество воды на смешивание, кг,  $G_П$  – потери, кг;

$G_3^{ВЫХ}$  – количество полученного замеса, кг

Уравнения материального баланса:

$$G_3^{ВЫХ} = G_3^{BX} + G_B^{BX} - G_П, \quad (1)$$

$$G_3^{ВЫХ} = G_3^{ВЫХПА}, \quad (2)$$

где  $G_3^{ВЫХПА}$  – количество зерна на выходе из предыдущего аппарата;

$$G_П = G_3^{BX} k_П, \quad (3)$$

где  $k_П$  – коэффициент потерь смесителя предразварника;

$$G_B^{BX} = G_3^{BX} k_{соот}, \quad (4)$$

где  $k_{соот}$  – коэффициент соотношения «вода/зерно».

Уравнение теплового баланса

$$T_{ЗМ} = (G_3^{BX} c_3 T_3 + G_B^{BX} c_B T_B) / [c_{ЗМ} (G_3^{BX} + G_B^{BX})], \quad (5)$$

где  $T_{ЗМ}$  – температура замеса, °C;  $T_3$  – температура зерна, °C;  $T_B$  – температура воды, °C;  $c_{ЗМ}$  – теплоемкость замеса, кДж/(кг·°C);

$$c_{ЗМ} = 0,25c_3 + 0,75c_B, \quad (6)$$

где  $c_3$  – теплоемкость зерна, кДж/(кг·°C);  $c_B$  – теплоемкость воды, кДж/(кг·°C).

Параллельно производится детальный расчет производственных потерь и энергетических затрат в натуральном и денежном эквивалентах по аппаратам, отделениям (цехам) и заводу в целом. Существует возможность прямого (сырье – готовая продукция) и обратного (готовая продукция – сырье) расчета модели.

Блок-схема расчета математических моделей ЭКСУ представлена на рис. 4.

Машина логического вывода является подсистемой экспертной системы, которая предназначена для формирования упорядоченной совокупности блоков рекомендаций и данных, необходимых для решения каждой конкретной задачи.

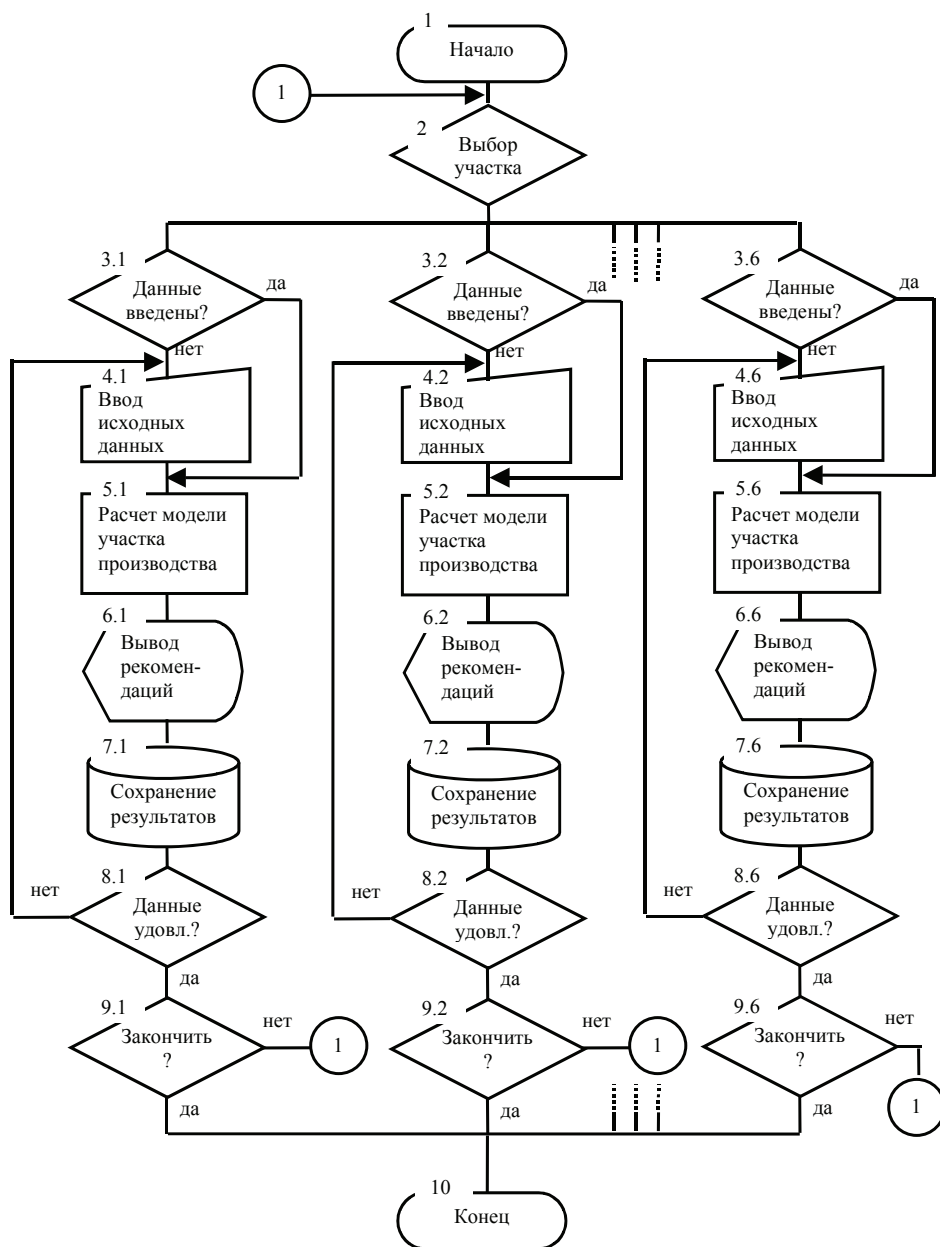


Рис. 4 Алгоритм расчета математических моделей СП

В основе ситуационного принятия решений лежит определение и классификация ситуации. Основываясь на определениях ситуации, данных в работах [1], можно считать, что ситуация – это структурированное множество состояний принятия решений –  $S_p$  (состояния предмета наблюдения) и  $S_s$  (состояния средств наблюдения, упорядоченное входными и выходными потоками информации). Тогда метамодел  $MM_p = \langle S_p, (M, B) \rangle$  и  $MM_s = \langle S_s, (S, B) \rangle$  описывают текущие ситуации на предмете и средствах наблюдения соответственно, а объединение  $MM_p \cup MM_s$  описывает полную логическую модель, задаваемую множествами

$$MM_{\log} = \langle B, S, M \rangle, \quad (7)$$

где  $B$  – множество базовых элементов;  $S$  – множество синтаксических правил, позволяющих строить из  $B$  синтаксически правильные выражения;  $M$  – семантические правила вывода, позволяющие расширять множество аксиом другими выражениями.

Обозначим отношения через множество  $R$  и выделим на этом множестве качественные  $\bar{R}$  и количественные  $\tilde{R}$  отношения

$$R = \{ \bar{R}, \tilde{R} \}. \quad (8)$$

В силу своих свойств (наличие альтернатив  $S_s$ )  $R$  не является бинарным отношением и также как  $M, B$  и  $S$  относится к классу гипертотношений. Обозначим гипертотношения принятия решений как

$$G^G \in \{M, B, S, R\}. \quad (9)$$

Целесообразно выделить среди  $G^G$  бинарные отношения, на которых базируется известная теория выбора [2, 3]. Для этого надо воспользоваться композиционными методами [4]. Наличие гипертотношения  $G^G$  всегда позволяет выделить в его составе бинарные отношения  $G \in G^G$  [2]. Гипертотношение  $G^G$  и бинарные отношения  $G_i$  показаны на рис. 5.

Для описания выражения гипертотношений  $G^G$  через бинарные отношения  $G$  предлагается следующая логическая композиция [5]

$$\{S_i\} G^G \{S_j\} = \bigwedge_i \bigwedge_j S_j G S_i, \quad \forall i, j, \quad (10)$$

где  $\wedge$  – логическая функция «конъюнкции».

Таким образом, с помощью (10) все отношения (9) могут быть приведены к бинарной форме. Текущие значения  $S_{p_i}$  и  $S_{s_i}$  могут удовлетворять или не удовлетворять отношениям  $G \in \{M, B, S, R\}$ . Запишем качественные  $\bar{G}$  и количественные  $\tilde{G}$  отношения в виде предикатных функций:

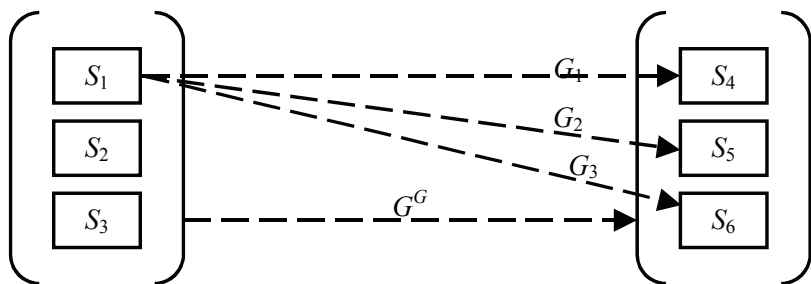


Рис. 5 Графическое изображение гипертотношения  $G^G$  и бинарных отношений  $\{G_1, G_2, G_3\}$  на состояниях  $\{S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_6\}$

$$F_{PR}(\bar{b}_i \rightarrow \bar{b}_i) \in \{0, 1\}, \quad (11)$$

$$F_{PR}(\phi(\tilde{b}_i, \tilde{b}_j)) \in \{0, 1\}.$$

Предикатные функции (11) можно записать для множества  $\{\bar{G}_k\} \subset MM_P \cup MM_S$  в виде последовательности

$$(F_{\bar{G}_1}, \dots, F_{\bar{G}_k}, \dots, F_{\bar{G}_n}, F_{\bar{G}_1}, \dots, F_{\bar{G}_k}, \dots, F_{\bar{G}_m}), \quad (12)$$

где  $n$  – число отношений  $\bar{G}_k$ ;  $m$  – число отношений  $\bar{G}_k$ .

Каждое  $F_G$  будем называть признаком ситуации  $P_i$ , принимающим значение «0» или «1». Пусть множество признаков (качественных и количественных), определенных на  $MM_P$  имеет мощность  $n$ , определенных на  $MM_S$  – мощность  $m$ . Тогда полную ситуацию будем определять вектором  $P$ , включающим последовательность признаков  $MM_P$  и  $MM_S$ :

$$P = (p_1, p_2, \dots, p_{n+m}). \quad (13)$$

Общее количество полных ситуаций будет определяться как

$$N_{\text{пс}} = 2^{n+m}. \quad (14)$$

В условиях прогнозирования состояний СП  $MM_P$  и  $MM_S$  имеют большую размерность, а следовательно, количество полных ситуаций  $N_{\text{пс}}$  очень велико, что делает реализацию методов ситуационного принятия решений крайне затруднительным. Необходимо сокращение  $N_{\text{пс}}$  на основе выделения классов типовых ситуаций.

Первым шагом на пути уменьшения  $N_{\text{пс}}$  является использование отношения  $R$ , устанавливающего соответствие между отношениями  $M_i \in M$  и состоянием  $S_{Si} \in S_S$ . С учетом этого отношения можно записать

$$N_{\text{пс}} = 2^K, \quad (15)$$

где  $K = n$ , если  $n \geq m$ , или  $K = m$ , если  $n \leq m$ .

Дальнейшее сужение множества ситуаций  $ST = \{ST_i\}$  основывается на интегральном принципе ситуационного принятия решений [1] – наличие однозначного соответствия между ситуациями из класса  $K_{ST_i} \subset ST$  и принимаемыми решениями  $A_i \in A$ , где  $A$  – множество возможных решений,  $A \subset \{S_P, S_S\}$ . Построение классов  $K_{ST_i}$  осуществляется экспертным путем на основе выделения из вектора  $P$  части признаков, отвечающих, с точки зрения экспертов, возможности достижения цели. Тогда классификация ситуаций будет производиться по вектору

$$P^k = (p_1, p_2, \dots, p_k), \quad (16)$$

где  $k < n + m$ .

При решении задач прогнозирования состояний СП  $A_i \in A$  интерпретируются соответственно целевыми состояниями  $S_{Si} \in S_S$  и  $S_{Pi} \in S_P$ . Инвариантность структурных свойств метамodelей  $MM_P$  и  $MM_S$  позволяет использовать предложенные принципы классификации ситуаций для прогнозирования состояний СП на его различных уровнях функционирования.

Блок получения рекомендаций указывает возможности выбора наиболее выгодных вариантов ведения процессов в зависимости от сложившейся производственной ситуации.

Универсальная структура рекомендаций, использующихся в системе, может быть представлена следующим фреймом (табл. 2 – 5).

Таблица 2

**Фрейм рекомендаций ЭКСУ**

Код рекомендации	Причина	Последствия		Пути решения	Результат решения		Примеч.
		Описание	Численная характеристика		Описание	Численная характеристика	

Все рекомендации такого типа распределены по четырем иерархически связанным типам фреймов, также принадлежащим к блоку рекомендаций. Каждый из этих фреймов соответствует своему уровню детализации процесса производства этилового спирта (табл. 3 – 5).

Таблица 3

**Фрейм рекомендаций по заводу в целом**

Код	Определяющая характеристика	Min	Opt	Max	Ед. измерения	Рекомендация (код)	Примеч.

Таблица 4

**Фрейм рекомендаций по отделениям (цехам) завода**

Код	Отделение (код)	Определяющая характеристика	Min	Opt	Max	Ед. измерения	Рекомендация (код)	Примеч.

Таблица 5

**Фрейм рекомендаций по аппаратам**

Код	Отделение (код)	Аппарат	Определяющая характеристика	Min	Opt	Max	Ед. измерения	Рекомендация (код)	Примеч.

Структура набора блоков рекомендаций определяется фреймами базы фактов.

Для реализации функций и требований, предъявляемых к информационной системе СП, необходимо построить ее предметную базу данных, соотнесенную с реальными, объективно необходимыми процессами цикла прогнозирования состояний СП. Рассмотрим основные структурные компоненты информационной системы СП и взаимосвязи между ними как основу для создания информационной модели. Обозначим систему производственной информации через  $D^{СП}$ , а ее структурные компоненты (функциональные подсистемы)  $D_i^{СП}$ . Таким образом,

$$D^{СП} = \bigcup_{i=1}^m D_i^{СП}, \quad (17)$$

где  $m$  – количество подсистем.

В функциональных подсистемах информации  $D_i^{СП}$  ( $i = \overline{1, m}$ ) можно выделить подмножества неформализованных текстовых документов на естественном

языке  $D_i^{nf}$  (рекомендации, справочная информация, ГОСТы и т.п.) и формализованных документов  $D_i^{fm}$  (массивы чисел, экономические и технологические показатели), значительно отличающихся по формам представления и способам алгоритмизации

$$D_i^{СП} = D_i^{nf} \cup D_i^{fm} . \quad (18)$$

На базе этих свойств и с учетом многофункциональности информации, содержащейся в подсистемах  $D_i^{СП}$  ( $i = \overline{1, m}$ ), обоснована необходимость их совместного рассмотрения при создании информационной базы ЭКСУ.

Таким образом, с целью совершенствования информационного обеспечения СП необходимо создание комплексной автоматизированной системы информационного обеспечения СП, база данных которой включает, наряду с формализованной информацией  $D_i^{fm}$ , все виды неформализованной информации нормативно-справочного и документального характера  $D_i^{nf}$

$$D^{СП} = \left( \bigcup_{i=1}^m D_i^{nf} \right) \cup \left( \bigcup_{i=1}^m D_i^{fm} \right), \quad (19)$$

где  $D^{СП}$  – множество данных, составляющих базу данных ЭКСУ.

При выборе состава БД необходимо определить тот уровень агрегирования показателей, который позволит получить достаточно целостную картину (информационную модель) управляемых процессов.

В состав БД ЭКСУ включим следующие основные категории информации:

- нормативные таблицы, включающие в себя нормы и ГОСТы СП. Эта информация используется для сравнения с ней данных, получаемых при расчетах моделей, и выбора на основе этого сравнения соответствующих логических выводов и рекомендаций из блока рекомендаций;
- расчетные таблицы, в которые поступают результаты расчетов имитационной модели спиртового производства;
- фактические таблицы, содержащие информацию о конкретном технологическом объекте (заводе, цехе, аппарате) и его параметры;
- рекомендательные таблицы, в которых хранятся параметры и тексты рекомендаций и объяснений.

Каждая из вышеописанных групп таблиц делится в соответствии с иерархией производства на три подгруппы (рис. 6):

- уровень спиртового завода в целом;
- уровень отделений (цехов);
- уровень отдельных технологических аппаратов.

Информационное обеспечение ЭКСУ ориентировано как на обработку запросов, так и интерактивную работу с экспертом. Требования к интерфейсу можно характеризовать четырьмя группами параметров:

- вариантом направленности поиска информации  $t_{np}$ ;
- критерием (условием) отбора информации из данных, соответствующих направленности поиска  $t_{yo}$ ;
- алгоритмом обработки отобранных данных  $t_{од}$ ;
- формой представления полученных результатов поиска и обработки  $t_{пр}$ .

Исходя из вышесказанного, интерфейс пользователя должен обеспечить возможность отражения множества комбинаций вариантов значений указанных четырех групп параметров.



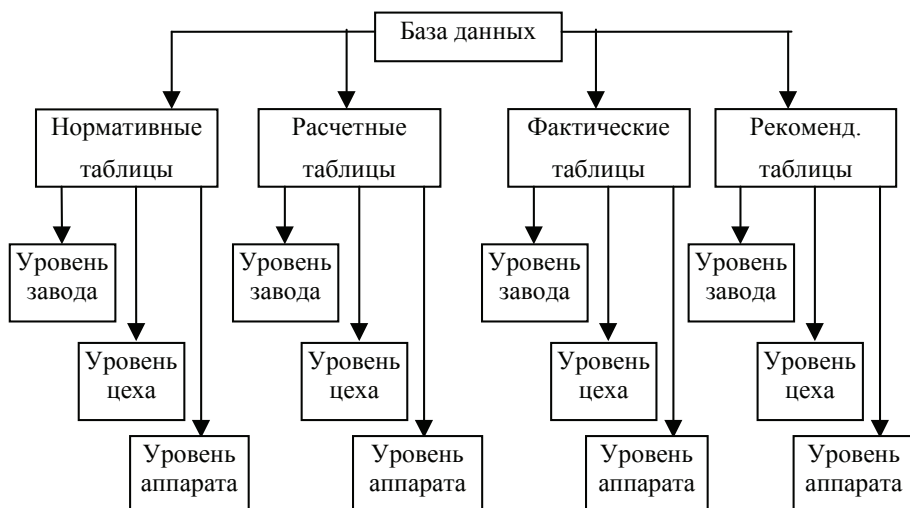


Рис. 6 Общая структура базы данных ЭКСУ

Такой подход позволяет любую возможность  $t_c$  интерфейса пользователя представить в виде кортежа

$$t_c = (t_{нп}, t_{yo}, t_{од}, t_{пр}), \quad (20)$$

каждый элемент которого является элементом соответствующего множества вариантов значений групп параметров, т. е.  $\{t_i\} = S$  или  $t_i \in S_i$ .

Выражение (20) дает возможность организовать выбор необходимых возможностей интерфейса пользователя  $t_i$  на множестве их всевозможных комбинаций

$$S_c = S_{нп} S_{yo} S_{од} S_{пр}, \quad (21)$$

что возможно в силу того, что кортеж (20) является элементом декартова произведения (21), т. е.  $t_c \in S_c$ , где множества вариантов групп параметров имеют следующие обозначения:  $S_{нп} = \{t_{нп}\}$  – вариант направленности поиска;  $S_{yo} = \{t_{yo}\}$  – вариант критерия отбора информации;  $S_{од} = \{t_{од}\}$  – вариант алгоритма обработки данных;  $S_{пр} = \{t_{пр}\}$  – вариант формы представления полученных результатов.

Анализ взаимосвязей между параметрами (табл. 6) позволяет определить на множестве  $S_c$  ряд отношений  $R_i$ :

- $(t_{yo}, t_{пр})R_1 t_{нп};$
- $(t_{од}, t_{пр})R_2 t_{yo};$
- $t_{од}R_3 t_{пр};$
- $(t_{нп}, t_{yo}, t_{од})R_4 t_{пр};$
- $t_{yo}R_5 t_{од};$
- $t_{нп}R_6 t_{yo}.$

Таблица 6

Матрица связи возможностей интерфейса

Возможность	$t_{нп}$	$t_{yo}$	$t_{од}$	$t_{пр}$
$t_{нп}$	0	1	0	1
$t_{yo}$	0	0	1	1
$t_{од}$	0	0	0	1
$t_{пр}$	0	0	0	0

Отношение  $R_1$  выделяет на множестве  $S_c$  вариант направленности поиска информации;  $R_2, R_6$  – область критериев отбора информации;  $R_3, R_4$  – область алгоритмов обработки отобранных данных;  $R_5$  – форму представления полученных результатов поиска и обработки.

На основании определения отношения можно записать:

$$\begin{aligned} R_1 &\subset S_{y_0} S_{np} S_{np}; \\ R_2 &\subset S_{од} S_{np} S_{y_0}; \\ R_3 &\subset S_{од} S_{np}; \\ R_4 &\subset S_{np} S_{y_0} S_{од} S_{np}; \\ R_5 &\subset S_{y_0} S_{од}; \\ R_6 &\subset S_{np} S_{y_0}. \end{aligned}$$

Для формального задания каждого отношения  $R_i$  целесообразно использовать соответствующую функцию выбора  $W(R)$ . При этом в качестве критериев выбора следует использовать свойства параметров, а значения этих свойств рассматривать как значения критериев выбора.

В соответствии с принципами морфологического анализа, выбор по эквивалентности можно выразить формулой

$$\forall \eta_\alpha \forall t_i \forall t_j [F_\alpha(t_i) \wedge F_\alpha(t_j) \wedge (\eta_\alpha^{ii} = \eta_\alpha^{jj}) \rightarrow (t_i \sim t_j)], \quad (22)$$

а выбор по предпочтению выражается формулой

$$\exists \eta_\alpha \forall t_{i1} \forall t_{i2} [F_\alpha(t_{i1}) \wedge F_\alpha(t_{i2}) \wedge (\eta_\alpha^{i1} r \eta_\alpha^{i2}) \rightarrow (t_{i1} \leftrightarrow t_{i2})], \quad (23)$$

где  $r$  – символ отношения предпочтения, который может принимать значения «>», «≥», «<», «≤».

Это дает возможность формализовать условия выбора некоторой возможности интерфейса  $t_i$  по конкретному значению критерия выбора  $c_o$

$$(\eta_\alpha^{ii} r c_o) \quad (24)$$

Тогда совокупность предикатов вида (24) позволяет осуществить выбор возможности  $v_i$  по нескольким критериям выбора  $t_{q1}, t_{q2}, \dots, t_{qn}$ , которые соответствуют  $n$  различным свойствам возможностей  $v_i$ :  $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ . В этом случае условие выбора возможности  $v_i$  принимает вид

$$(\eta_{\alpha 1}^{i1} r_1 c_{o1}) \wedge (\eta_{\alpha 2}^{i2} r_2 c_{o2}) \wedge \dots \wedge (\eta_{\alpha n}^{in} r_n c_{on}),$$

или сокращенно

$$\bigwedge_{j=1}^n (\eta_{\alpha j}^{ij} r_j c_{oj}). \quad (25)$$

Значения переменных величин предиката (24) могут браться из исходных данных для решения задачи выбора, из базы данных системы или из полученных ранее результатов решения задач выбора [6].

В задачах выбора возможностей интерфейса, обладающих разноименными свойствами по соответствию этих свойств, выражается соотношением

$$\exists \eta_\alpha \exists \eta_\gamma \forall t_i \forall t_j [F_\alpha(t_i) \wedge F_\gamma(t_j) \wedge (\eta_\alpha^{ii} r_1 c_{o1}) \wedge (\eta_\gamma^{jj} r_2 c_{o2}) \rightarrow (t_i \sim t_j)] \quad (26)$$

Совокупность предложенных формул (22) – (26) в наиболее общем виде формализует условия синтеза интерфейса пользователя и, в силу их абстрактности, может быть использована для построения необходимых функций выбора  $W(R)$ .

Вышеизложенное позволяет предложить технологию формирования общей оценки возможностей интерфейса пользователя.

$$T_1 = U_1^{S1} U_2^{S1} \times \dots ;$$

$$T_2 = U_1^{S2} U_2^{S1} \times \dots ;$$

.....

$$T_k = U_1^{Sk} U_2^{Sk} \times \dots$$

Здесь  $T_1$  – некоторая возможность (свойство) в группе возможностей;  $U_1^{S1} U_2^{S1} \times \dots$  – множество комбинаций параметров некоторых возможностей (свойств);  $U_1^{S1}$  – некоторое значение 1 параметра некоторой возможности (свойства)  $S_1$  в группе  $U_1$ .

$$T = \{T_1 T_2 \times \dots \times T_k\}.$$

Здесь  $T$  – общая характеристика интерфейса пользователя;  $T_1 T_2 \times \dots \times T_k$  – множество комбинаций наборов частных параметров возможностей.

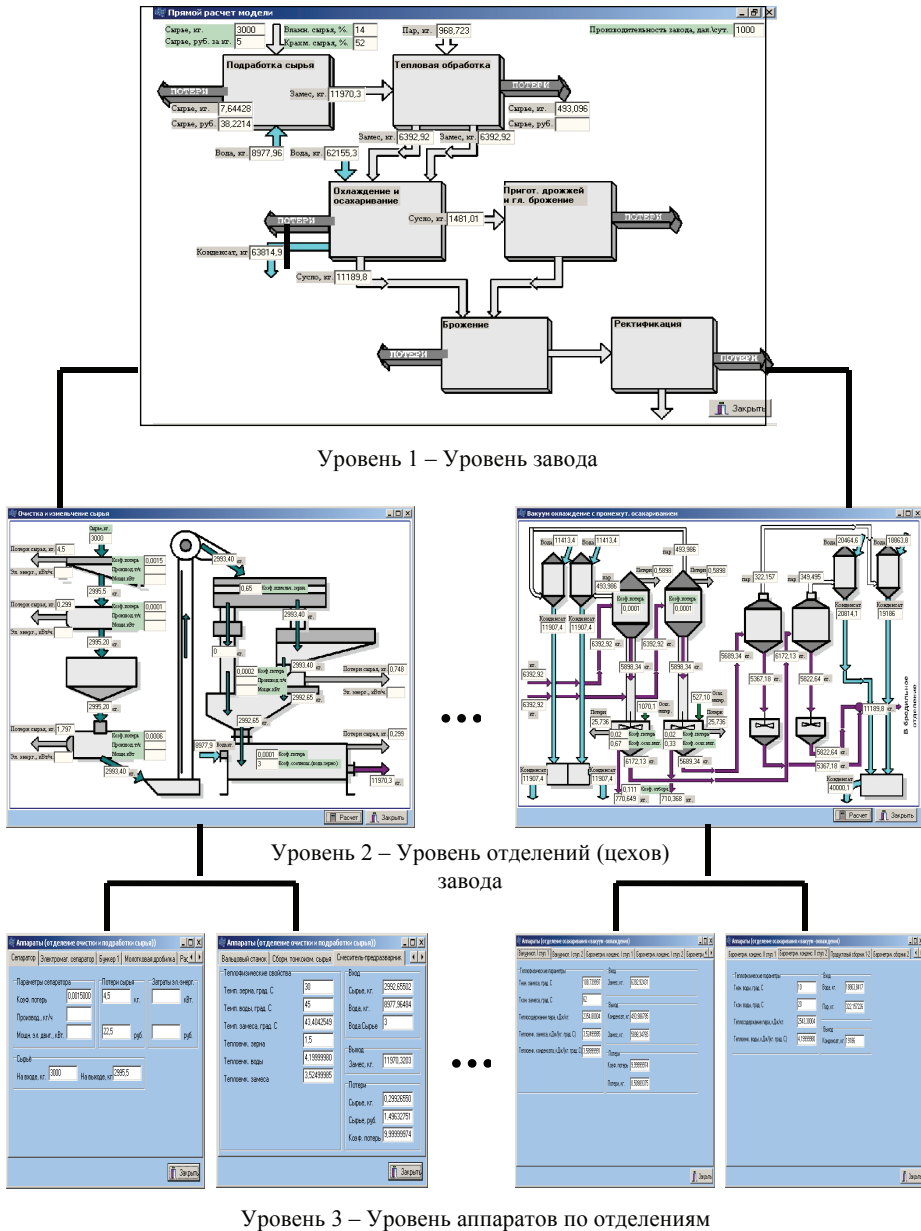


Рис. 7 Иерархическая структура интерфейса ЭКСУ

Очевидно, что интерфейс пользователя с такими возможностями не может быть простым. Следовательно, решение вопроса в общей его постановке является сложной задачей.

Основным исходным моментом для создания условий разрешимости сформулированной проблемы разработки приемлемого интерфейса является учет дифференциации пользователей и создание многоуровневого интерфейса.

Основным понятием интерфейса пользователя исходя из вышеописанного, предлагается понятие «окна». Интерфейс конечного пользователя представляет собой иерархическую структуру окон. Окна интерфейса целесообразно разделить на окна-меню, окна для набора (задания) данных и окна для визуализации и возможной корректировки результатов выполнения задач ЭКСУ. Среди окон меню следует выделить окна для выбора очередного этапа выполняемого процесса и окна для выбора альтернативных решений, предлагаемых системой.

В целом интерфейс выглядит как иерархическая система шаблонов экранов (рис. 7), на каждом из которых может одновременно находиться от одного до нескольких окон, содержащих альтернативные варианты решений, результаты предшествующих и выполняемых в данный момент действий.

На первом уровне которой, в укрупненном виде представлены входные и выходные параметры основных участков технологической цепочки производства. При необходимости, их можно раскрыть для более детального ознакомления с процессом – второй уровень интерфейса. На третьем уровне представлены характеристики каждого конкретного аппарата. Что позволяет пользователю с нужной степенью детализации оценивать любую производственную ситуацию.

Разработанные типовые структуры фреймов для представления правил принятия решений, утверждений и фактов, и результаты структуризации знаний по спиртовому производству, дают основу для построения базы знаний системы в виде совокупностей одноименных фреймов, составляющих определенные множества и области базы знаний. Результаты отображаются на мониторе в удобном для принятия решений виде.

#### *Список литературы*

1. Поспелов Д.А. Ситуационное управления: теория и практика / Д.А. Поспелов. – М.: Наука, 1986. – 288 с.
2. Айзерман М.А. Выбор вариантов. Основы теории / М.А. Айзерман, Ф.Т. Алескеров. – М.: Наука, 1990. – 240 с.
3. Юдин Д.Б. Вычислительные методы теории принятия решений / Д.Б. Юдин. – М.: Наука, 1989. – 317 с.
4. Шоломов Л.А. Логические методы исследования дискретных моделей выбора / Л.А. Шоломов. – М.: Наука, 1989. – 288 с.
5. Матвеев М.Г. Концепция информационных технологий управления перерабатывающими производствами / М.Г. Матвеев, В.В. Сысоев // Информационная бионика и моделирование – М.: ГОСИФТП РАН, 1995. – С. 25 – 31.
6. Бойко В.В. Проектирование баз данных информационных систем / В.В. Бойко, В.М. Савинков. – М.: Финансы и статистика, 1989. – 351 с.

---

## **Structure of Main Components of Economic-Consulting Control System of Alcohol Production**

**V.K. Bitjukov, S.V. Vostrikov, V.A. Prihoday, M.N. Tarasov**

*Voronezh State Technological Academy*

**Key words and phrases:** consulting; production of ethanol; frame; consulting model.

**Abstract:** Components of the developed expert control system of material and power streams of alcohol production and their interrelation are described. Universal frame structures of knowledge representation and databases are developed. The way of creation of user interface is shown. The approach to development of information and software models, practical implementation of the expert synthesis model of alcohol production states forecasts are formalized.

---

### **Struktur der Hauptkomponenten des Wirtschaftsberatungssystems der Leitung von der Spiritusproduktion**

**Zusammenfassung:** Es sind die Komponenten des entwickelten Expertensystems der Leitung von materiellen und energetischen Flüssen der Spiritusproduktion und ihrer Wechselbeziehung beschrieben. Es sind die universellen Framestruktur der Vorstellung der Kenntnisse und der Datenbasis entwickelt. Es ist die Weise der Formierung des Benutzersinterfaces aufgezeigt. Es ist die Einstellung zur Erarbeitung der Modelle der Informations- und Software, der praktischen Realisierung des Expertensystems der Synthese der Zustände prognosen von der Spiritusproduktion formalisiert.

---

### **Structure des composants essentiels du système économique consultatif de la gestion de la production d'alcool**

**Résumé:** Sont décrits les composants du système expert élaboré pour la gestion des courants matériels et énergétiques de la gestion de la production d'alcool ainsi que leurs relations. Sont élaborés les structures universels frame de la présentation des connaissances et de la base de données. Est montré le moyen de la formation de l'interface de l'utilisateur. Est formalisée l'approche envers l'élaboration des modèles de l'assurance informatique et logique, la réalisation pratique du système expert de la synthèse des prévisions des états de la production d'alcool.

---