

## АЛГОРИТМ ПОСТРОЕНИЯ СТРУКТУР УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ НЕФТЕПРОДУКТООБЕСПЕЧЕНИЯ

**А.А. Безродный**

*Саратовский филиал ОАО «Лукойл Интер Кард»;  
abezrodny@licard.ru*

*Представлена членом редколлегии профессором В.И. Коноваловым*

**Ключевые слова и фразы:** автозаправочная станция; алгоритм построения структур управления; нефтепродуктообеспечение.

**Аннотация:** На основе системного анализа предложен алгоритм построения структур управления предприятий нефтепродуктообеспечения. Приведены результаты его применения на действующих объектах отрасли

---

### Введение

Система нефтепродуктообеспечения наряду с электро-, водо- и газо-снабжением является стратегическим национальным сетевым образованием. Проблема управления заключается в необходимости получения прибыли путем качественного обслуживания потребителей при многообразии и сложности процессов и объектов исследуемой системы и среды ее функционирования. Одним из путей решения данной проблемы является совершенствование управления предприятиями нефтепродуктообеспечения.

#### 1. Краткая характеристика предприятий нефтепродуктообеспечения

Предприятие нефтепродуктообеспечения (НПО) представляет собой сложную территориально распределенную иерархическую систему высокой размерности, предназначенную для реализации нефтепродуктов и сопутствующих товаров и оказания услуг конечным потребителям. Его структура включает в себя сети автозаправочных станций, системы управления, обеспечения и обслуживания и т.п.

Предприятия НПО классифицируются по виду собственности, размеру сети АЗС, широте территориального охвата и т.д. Их основными особенностями являются: разнообразие видов (предприятия **ВИНК** – вертикально-интегрированных нефтяных компаний, независимые операторы, ведомственные склады ГСМ и АЗС и т.п.), централизация принятия решений вблизи источников нефтепродуктов (**НПЗ** – нефтеперерабатывающих заводов), вывод сервисных функций на внешнее управление (аутсорсинг), построение единого информационного пространства, автоматизация процессов управления и т.п.

С точки зрения управления предприятия НПО представляют собой совокупность взаимодействующих объектов, выполняющих функции обслуживания потребителей АЗС, обеспечения функционирования АЗС и нефтебаз (сети АЗС) и ведения обособленной хозяйственной деятельности. Определение предприятий НПО как вида систем нефтепродуктообеспечения обусловлено необходимостью выделения управления и взаимодействия с внешней средой в соответствии с законодательством и обычаями делового оборота. При этом, возможны ситуации наличия у предприятия лишь одной АЗС (что экономически нецелесообразно) или же передачи функций управления на уровень сетей АЗС. Кроме того, предприятие НПО, как правило, входит в состав более крупной, вышестоящей системы (ВИНК, межрегиональные предприятия НПО, топливные союзы, система нефтепродуктообеспечения государства и т.п.). Таким образом, предприятие НПО является структурой, необходимой и достаточной для управления длительным функционированием и развитием сетей АЗС.

## 2. Постановка задачи

Общая задача управления, состоящая в получении прибыли путем реализации нефтепродуктов и сопутствующих товаров и оказания услуг конечным потребителям, может быть представлена в виде  $\{K_{\text{НПО}}, D\}$ , где  $K_{\text{НПО}}$  – критерий (показатель эффективности), а  $D$  – описание объекта управления.

Вид  $K_{\text{НПО}}$  следует из анализа взаимодействий предприятий НПО с внешними системами [1]. Исходя из этого,  $K_{\text{НПО}}$  представляется в виде

$$K_{\text{НПО}}(X_{pq}, U_{pq}) = \sum_{s=1}^{S_{\text{НПО}}} \left( \sum_{hi=1}^{HI_s} \left( \sum_{r=1}^{n_{hi}} \frac{R_{rhis}(X_{pq}, U_{pq}) - \Pi_{rhis}(X_{pq}, U_{pq})}{C_{rhis}(X_{pq}, U_{pq})} \right) \right) \rightarrow \max, \quad (1)$$

где  $R_{rhis}$ ,  $C_{rhis}$  и  $\Pi_{rhis}$  – результаты, издержки и потери  $r$ -го объекта ( $r = 1 \dots n_{hi}$ )  $hi$ -го уровня иерархии ( $hi = 1, \dots, HI$ ; 1 – АЗС; 2 – сеть АЗС; 3 – предприятие НПО) подсистемы  $s$  ( $s = 1, \dots, S_{\text{НПО}}$ ; 1–3 – поставка, хранение и реализация ГСМ; 4 – обеспечение и обслуживание; 5 – учет и отчетность),  $U_{pq}$  – отношения доминирования и следования средств управления  $X_{pq}$  ( $p = 1, \dots, P$ ,  $q = 1, \dots, Q$ ).

Описание объекта управления представляет собой кортеж  $D = \{\Gamma, G\}$ , где  $G = \bigcup_{u,v=1}^{U,V} \{G_{uv}\}$  – множества целей и ограничений среды и системы ( $u = 1, \dots, U$  тип подсистемы среды или системы; 1 – потребители; 2 – поставщики; 3 – конкуренты; 4 – макроэкономическое окружение; 5 – вышестоящая; 6 – нижестоящая; 7 – целеполагающая;  $v = 1, \dots, V$  – вид подсистемы),  $\Gamma(X_{pq}, U_{pq})$  – граф структуры системы.

В данной постановке задача не может быть решена из-за конструктивной невозможности представления составляющих критерия и объекта управления на пространстве переменных  $X_{pq}$ ,  $U_{pq}$ . Это приводит к необходимости их декомпозиции и реализации совокупности взаимосвязанных задач управления.

Таким образом, задача состоит в том, чтобы с помощью последовательного перевода системы из одного состояния в другое путем решения элементарных задач управления добиться максимального значения показателя эффективности с учетом ограничений, налагаемых средой функционирования.

### 3. Модель структуры системы управления

Целенаправленное поведение сложных систем в условиях современной среды порождает необходимость в управлении процессами функционирования и развития.

Системный подход рассматривает процесс как последовательную смену состояний по достижению целей, отражающую причинно-следственные связи между объектами, событиями и явлениями [2, 3]. Структура системы управления  $F$  представляется в виде прямого декартового произведения множеств функций  $C$ , процессов  $P$  и интервалов  $H$  управления  $F \subseteq C \times P \times H$ . При решении задач оптимизации проводится синтез (имеющее физический смысл объединение большего числа функций управления в меньшем числе средств управления) по процессам, интервалам и объектам ( $P$ -,  $H$ - и  $\Omega$ -синтез) и поиск (полным перебором, градиентным методом или методом ветвей и границ) структур, дающих наилучшее приближение к заданному значению показателя эффективности. Для систем, формализуемых «сверху» (как правило, известных для исследователя), вводится представление о существовании генеральной причинно-следственной связи, путем декомпозиции которой с использованием представленной выше модели и создается структура, оптимальная в заданном смысле. Для систем с неполной информацией выделяются подсистемы с наиболее достоверной информацией, для которых решаются задачи оптимизации, строятся (с использованием ранее разработанных моделей предметной области и теории систем) варианты сращивания их структур и, путем последовательного уточнения данных о среде и системе, ищутся решения для системы в целом.

Система причинно-следственных связей, определяющая стадии процессов, на определенном уровне декомпозиции представляется в виде элементарных звеньев, неделимых при данном рассмотрении. В каждом из них элемент системы из состояния  $SA$  для достижения цели  $GA$  под управлением  $CA$  путем преобразования ресурсов  $WA$  переводится с помощью алгоритма взаимодействия, содержащего функции изменения состояний и формирования выходных характеристик, в состояние  $SB$  с целями  $GB$  под управлением  $CB$  и ресурсами  $WB$  (рис. 1). Элементарное звено эквивалентно элементарной задаче управления, в более сложных случаях используются структуры, являющиеся результатами операций над звеньями по заданным правилам [4].

Управление предприятием НПО представляет собой реализацию функций управления  $C_i$  ( $i \in 1, \dots, 5$ ; 1 – сбор, обработка и отображение информации; 2 – идентификация ситуации и подготовка к принятию решений; 3 – принятие решений; 4 – исполнение решений; 5 – межконтурная координация), процессами

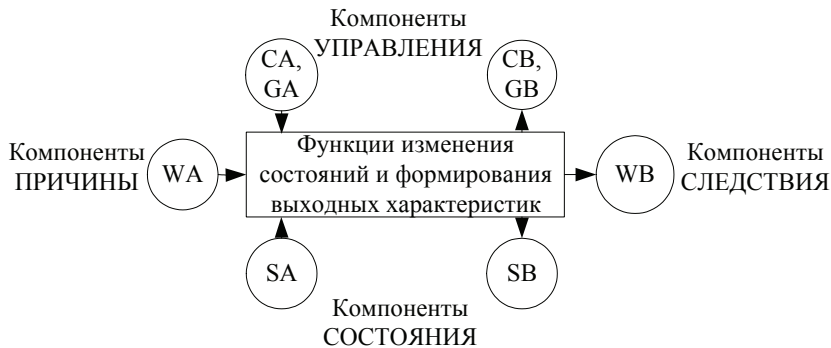


Рис. 1. Структура элементарного звена причинно-следственной связи

$P_j$  ( $j \in 1, \dots, J$ , 1–3 – поставка, хранение и реализация нефтепродуктов, сопутствующих товаров и услуг; 4 – обеспечение и обслуживание; 5 – взаимодействие с иными системами и т.п.) на интервалах времени  $h_k$  ( $k \in 1, \dots, 5$ , 1 – непрерывное слежение, 2–5 интервалы, соответственно, квазинепрерывного, тактического, оперативного и стратегического управления) средствами управления  $X_{pq}$  ( $p \in 1, \dots, P = 2$ ,  $q \in 1, \dots, Q = 5$ : организационные средства: 11 – руководитель; 12 – заместитель руководителя; 13 – начальник отдела; 14 – специалист; 15 – рабочий; технические средства: 21 – сервер; 22 – рабочая станция АСУ ТП; 23 – компонента оборудования; 24 – контроллер; 25 – устройства ввода-вывода информации). Разработка структуры системы управления осуществляется совместно с построением структур систем принятия решений, информационной, организационно-технической и неактивной (инфра-) систем [3].

#### 4. Обобщенный алгоритм построения структур систем управления предприятий нефтепродуктообеспечения

На **I-м этапе** выясняется возможность применения ранее созданных моделей.

1.1. Выделение множеств  $\{G_{uv}\}$ , построение  $K_{НПО}$  на основе **Ошибка! Источник ссылки не найден.**

1.2. Обеспечение доступа к существующей или создание новой базы данных (БД) моделей.

1.3. Задание гиперпространства параметров, орг-векторами которого являются  $\{G_{uv}\}$ , оказывающие наибольшее воздействие на систему (факторы развития). Факторы развития находятся по результатам корреляционного анализа взаимосвязи  $K_{НПО}$  и  $\{G_{uv}\}$  [5].

1.4. Построение целевой области (цели вышестоящей системы, образы производственных объектов), времени  $\Delta t^*$  ее достижения и  $K_{\max} | \{G_{uv}\}$ .

1.5. Если с помощью ранее созданных моделей удается достичь  $K_{НПО} \geq K_{\max} | \{G_{uv}\}$  за  $\Delta t^*$ , то – переход к п. 4.3.

На **II-м этапе** определяется возможность построения структуры системы управления с помощью модели функциональной структуры предприятия НПО [6].

2.1. Построение множеств  $\{C_i\}$ ,  $\{P_j\}$ ,  $\{h_k\}$  и структуры системы управления

$$F_{ijk} : C_i \times P_j \times H_k, \forall i = 1, \dots, I, j = 1, \dots, J, k = 1, \dots, K, \left\| \delta_{ijk}^{ин} \right\|, \left\| \delta_{ijk}^{см} \right\|, \delta_{ijk} = \delta_{ijk}^{ин, см} = \begin{cases} 0, & \neg \exists F_{ijk} \\ F_{ijk}, & \end{cases} \quad (2)$$

где  $\left\| \delta_{ijk}^{ин} \right\|$  и  $\left\| \delta_{ijk}^{см} \right\|$  – матрицы инцидентий (**ин**) и смежности (**см**).

2.2. Если  $K_{НПО} \geq K_{\max} | \{G_{uv}\}$  за  $\Delta t^*$ , то – переход к п. 4.3.

На **III-м этапе** осуществляется построение моделей структур системы.

3.1. Задание типа стадий развития системы:

– стадия 1 – создание/развитие (1) или ликвидация/деградация (3) как переход из одного устойчивого состояния в другое,  $P_{1,3}$ ;

– стадия 2 – функционирование (2) как колебание возле заданного устойчивого состояния,  $P_2$ .

3.2. Определение порогового значения коэффициента развития  $QG^*$  при переходе между стадиями 1 и 2 по данным ретроспективного анализа  $K_{НПО}$  известных предприятий НПО путем нахождения  $K_{НПО}(t + \Delta t) / K_{НПО}(t)$  в периоды функционирования или развития.

3.3. Определение коэффициента развития  $QG$  при планируемом переходе в целевую область за время  $t^*$  путем нахождения значения  $K_{НПО}(t + \Delta t^*)/K_{НПО}(t)$ :

- $|OG| \leq QG^*$  – переход осуществляется на стадии 1;
- $|OG| > QG^*$  – переход осуществляется на стадии 2.

3.4. Выбор последовательности состояний  $\{S_{ph}\}$ ,  $ph = 1, \dots, PH$ :

- для  $P_{1,3}^*$  –  $\{S_{ph}\}_{1,3}$  ( $ph = 1, \dots, PH_{1,3}$ ; 1 – планирование; 2 – проектирование; 3 – моделирование; 4 – апробация; 5 – обратная связь; 6 – внедрение);
- для  $P_2^*$  –  $\{S_{ph}\}_2$  ( $ph = 1, \dots, PH_2$ ; 1 – штатный режим; 2 – внештатный режима; 3 – обеспечение и обслуживание; 4 – ремонт; 5 – модернизация).

3.5. Выбор количественных и качественных характеристик ресурсов  $W_{pr}^*$ ,  $pr \in \overline{1, \dots, PR}$  (1 – персонал; 2 – оборудование; 3 – энергия; 4 – первичные ресурсы; 5 – финансы; 6 – информация и т.п.):

- для  $P_{1,3}^*$  – новые виды вновь привлекаемых ресурсов;
- для  $P_2^*$  – новые ресурсы известного производственного цикла.

3.6. Выбор технических средств управления  $X_{2q}^*$ :

- для  $P_{1,3}^*$  – средства моделирования, БД НПО и опытного производства;
- для  $P_2^*$  – средства существующей технологии с лучшими показателями.

3.7. Выбор организационных средств управления  $X_{1q}^*$ :

- для  $P_{1,3}^*$  – средства программно-целевой структуры;
- для  $P_2^*$  – средства матричной линейно-функциональной структуры.

3.8. Выбор видов массивов (1 – БД; 2 – архив; 3 – неструктурированная информация) и носителей (1 – электронная форма; 2 – бумажная форма; 3 – устная форма) данных информационной системы  $\Gamma_3(X_3U_3)$ :

- для  $P_{1,3}^*$  (сеть) –  $\Gamma_3^c(X_3, U_3)$  (приемник, концентратор, делитель, каналы связи, распределенные БД, электронная форма носителя);
- для  $P_2^*$  (иерархия) –  $\Gamma_3^H(X_3, U_3)$  (рабочая станция, сервер, каналы связи, иерархическая БД, электронная и «твердая» бумажная формы носителя).

3.9. Построение множества задач управления:

- для  $P_{1,3}^*$   $F_{pqiphkpr} : X_{pq}^{1,3} \times C_i \times S_{ph}^{1,3} \times H_k \times W_{pr}^{1,3}$ ;
- для  $P_2^*$   $F_{pqiphkpr} : X_{pq}^2 \times C_i \times S_{ph}^2 \times H_k \times W_{pr}^2$ .

3.10. Построение структуры системы управления

$$F_{pqiphkpr} : X_{pq} \times C_i \times S_{ph} \times H_k \times W_{pr},$$

$$\forall p = 1, \dots, P, q = 1, \dots, Q, i = 1, \dots, I, ph = 1, \dots, PH, k = 1, \dots, K, pr = 1, \dots, PR, (3)$$

$$\|\delta_{pqiphkpr}^{\text{ин}}\|, \|\delta_{pqiphkpr}^{\text{см}}\|, \delta_{pqiphkpr} = \delta_{pqiphkpr}^{\text{ин, см}} = \begin{cases} 0, & \neg \exists F_{pqiphkpr} \\ F_{pqiphkpr} & \end{cases}$$

для  $P_{1,3}^*$  – программно-целевая организационно-техническая структура и сетевая структура информационной системы; для  $P_2^*$  – матричная организационно-техническая структура и иерархическая структура информационной системы.

**На IV-м этапе** осуществляется построение структуры системы управления.

4.1. Нахождение структуры, обеспечивающей максимум (1), методом полного перебора.

4.2. Создание и апробация тест-структуры и определение, по результатам ее функционирования, принадлежности ее точки-образа целевой области:

- в случае положительного ответа модель, алгоритм и результаты применения заносятся в БД моделей и рекомендуются к применению;

– в случае отрицательного ответа – переход к п. 3.2.

Алгоритм, как и подобные ему для похожих сфер знания и практической деятельности, имеет итерационный характер (оператор окончания отсутствует).

### 5. Результаты применения алгоритма

Представленные выше модель и алгоритм использованы для повышения эффективности систем управления действующих предприятий НПО ВИНК.

Задача управления системой обеспечения безопасности (ОБ) состоит в минимизации потерь от вредных воздействий, формализуемых как компонента не реализованных вариантов развития. Задача записывается в виде

$$\sum_{p,q} |X_{pq}| \rightarrow \min, K_{\text{ОБ}} \rightarrow \min, K_{\text{ОБ}} = \sum_{hi=1}^{HI} \left( \sum_{r=1}^{n_{hi}} \left( \frac{q_{hir} \tau_{hir}}{C_{hir}} \right) \right), C_{\text{hir, ОБ}} = \sum_s Cost_{srhi}, \quad (4)$$

где  $|X_{pq}|$  – число средств управления  $X_{pq}$  ( $p \in 1, \dots, 2, q \in 1, \dots, Q, Q = 5; 11$  – руководитель; 12 – заместитель руководителя; 13 – начальник регионального/ межрегионального подразделения, начальник отдела/службы аппарата управления; 14 – специалист информационной и промышленной безопасности; 15 – сотрудник физической охраны; 21 – сервер компьютерной системы безопасности; 22 – рабочая станция; 23 – контроллер оборудования),  $hi$ -уровни иерархии ( $hi = 1, \dots, HI; 1$  – пост охраны; 2 – отдел/служба; 3 – региональное предприятие, система ОБ ВИНК);  $Cost_{srhi}$  – издержки  $r$ -го объекта  $hi$ -го уровня вида  $s$  ( $s \in 1, \dots, 4; 1$  – заработная плата, обязательные платежи; 2 – затраты на обеспечение и обслуживание; 3 – затраты на ремонт и модернизацию; 4 – инвестиции);  $q_{hri}$  – коэффициент размерности;  $\tau_{ir}$  – длительность управления, зависящая от времени реакции на воздействие  $\tau$ , надежности  $n$ , достоверности  $d$  и качества обучения персонала  $m_{уч}$ .

В системе обеспечения безопасности реализуются процессы  $P_j$  ( $j = 1, \dots, 5; 1$  – мониторинг состояния; 2 – реагирование в штатных режимах с помощью известных моделей; 3 – реагирование во внештатных режимах подготовленными лицами, принимающими решение (ЛПР); 4 – обеспечение и обслуживание; 5 – учет и отчетность). Для АЗС доминирует  $P_2$ , акты  $P_3$  рассматриваются на следующих уровнях,  $P_{4,5}$  – тривиальны. На этапе С-синтеза происходит передача функций от средств типа  $\alpha/A$  (НПО) к средствам типа  $\beta/B$  (система обеспечения безопасности,  $X_{21-23}^{\beta}$ );  $P$ -синтеза – часть внешней системы  $\beta$  становится компонентой НПО;  $\Omega$ -синтеза – снижается число  $X_{14,15}$  благодаря АСУ ТП;  $N$ -синтеза – уменьшается число  $hi$ . На рис. 2 (и далее) обозначение « $C_i, X_{pq}$ » в узле соответствует выполнению  $C_i$  средством  $X_{pq}$ ,  $X_{2q}$  показаны непосредственно на ребрах графа, маршрут, замкнутый на процесс, представляет контур управления.

Определение оптимальной структуры осуществляется путем ранжирования результатов умножения матрицы  $\{\tau, d, n, m_{уч}\}$  с коэффициентами значимости  $w_{1,2,3,4}$  и размерности  $(a_{1,2,3,4})$  на матрицу издержек различных вариантов структур  $\{1/C_{\text{об}}^1, 1/C_{\text{об}}^2, 1/C_{\text{об}}^3\}$  ( $C_{\text{об}}$  – издержки обеспечения безопасности)

$$\begin{pmatrix} w_1 a_1 \tau_1 & w_2 a_2 n_1 & w_3 a_3 d_1 & w_4 a_4 m_{уч1} \\ w_1 a_1 \tau_2 & w_2 a_2 n_2 & w_3 a_3 d_2 & w_4 a_4 m_{уч2} \\ w_1 a_1 \tau_3 & w_2 a_2 n_3 & w_3 a_3 d_3 & w_4 a_4 m_{уч3} \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 1 \\ C_{\text{об}}^1 \\ 1 \\ C_{\text{об}}^2 \\ 1 \\ C_{\text{об}}^3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{w_1 a_1 \tau_1 + w_2 a_2 n_1 + w_3 a_3 d_1 + w_4 a_4 m_{уч1}}{C_{\text{об}}^1} \\ \frac{w_1 a_1 \tau_2 + w_2 a_2 n_2 + w_3 a_3 d_2 + w_4 a_4 m_{уч2}}{C_{\text{об}}^2} \\ \frac{w_1 a_1 \tau_3 + w_2 a_2 n_3 + w_3 a_3 d_3 + w_4 a_4 m_{уч3}}{C_{\text{об}}^3} \end{pmatrix}. \quad (5)$$

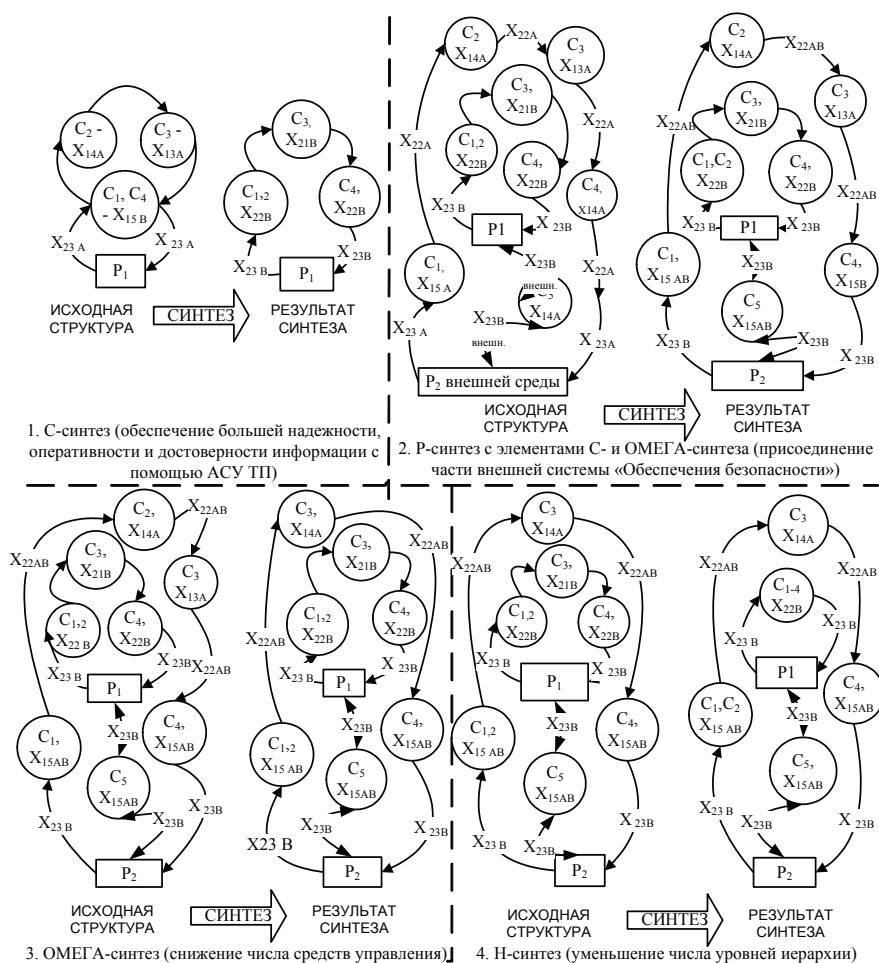


Рис. 2. Синтез структуры системы обеспечения безопасности  $h_{1-3}$

В табл. 1 представлены модели оценки компоненты  $\tau_{ir}$   $K_{об}$ . Значения переменных, соответствующих данным вариантам структур являются: (1) – обеспечение безопасности специализированной подсистемой в штатном режиме; (2) – функционирование системы обеспечения безопасности в нештатном режиме; (3) – совмещение вариантов № 1 и 2 с использованием специализированной АСУ ТП обеспечения безопасности, обозначены индексами 1, 2 и 3.

Таблица 1

Модели оценки компонент $K_{об}$ системы обеспечения безопасности			
Компонент	Описание	Выражение	Обоснование
Оперативность $\tau$ (время реакции, с)	Скорость воздействия и реакции	$\tau_3 < \tau_2 \leq \tau_1$	АСУ ТП повышает скорость реакции на воздействие и надежность результатов наблюдения
Надежность $n$ и достоверность $d$ (число воздействий, шт.)	Частота отказов обнаружения воздействий	$n_3 < n_2 \leq n_1$	
		$d_1 \leq d_3 < d_2$	Персонал наиболее достоверно определяет вредность воздействия
Качество обучения, $m_{уч}$ (испытания, шт.)	Количество ошибок персонала	$m_{уч3} \leq m_{уч1} < m_{уч2}$	При использовании АСУ усиливается подготовка для внештатных ситуаций



Задача управления системой предприятия НПО «Подготовка персонала» (УЧ) состоит в минимизации потерь от неграмотных действий персонала

$$\sum_{p,q} |X_{pq}| \rightarrow \min, K_{yч} \rightarrow \min, K_{yч} = q_5 \tau_{yч}(\tau, n, d, m_{yч}) / C_{yч}, C_{yч} = \sum_{s=1}^4 Costs_s, \quad (6)$$

где  $|X_{pq}|$  – число средств управления  $X_{pq}$  ( $p \in 1, \dots, 2, q \in 1, \dots, Q, Q = 5$ ; 11 – руководитель; 12 – заместитель руководителя; 13 – начальник учебного центра (УЦ); 14 – преподаватель УЦ; 15 – вспомогательный персонал; 21 – сервер; 22 – тренажеры и имитаторы; 23 – устройства приема/передачи данных);  $m_{yч}$  – формальная оценка обучения;  $C_{yч}$  – издержки ( $s = 1, \dots, 4$ , виды описаны ранее);  $q_5$  – коэффициент размерности;  $\tau_{yч}$  – длительность управления, зависящая от времени реакции управляющей системы  $\tau$ , надежности  $n$ , достоверности информации  $d$  и качества обучения  $m_{yч}$ .

В системе подготовки персонала реализуются процессы определения уровня подготовки, создания программ обучения, передачи знаний обучаемым и формирования у них умений и навыков, которые являются частью более общего процесса предприятия НПО  $P_5$  (взаимодействие с иными системами). На этапе С-синтеза – выполнение  $C_{1-5}$  на  $h_{2,3}$  средствами  $X_{13,14}$ , Н-синтез – принятие решений на  $h_{1-3}$  средством  $X_{13}$ , Р-синтез – совмещение ввода/вывода и обработки информации в  $X_{23}$ , межконтурная (межпроцессовая) координация – привлечение  $X_{14}$  (приглашенные специалисты) других процессов системы НПО ( $X_{14}$  взаимодействуют со следующим уровнем иерархии, то есть с  $X_{13}$ ). На рис. 3 межконтурная (процессная) координация отражена прерывистой линией, контуры иных процессов, не рассматриваемых в задаче, незамкнуты.

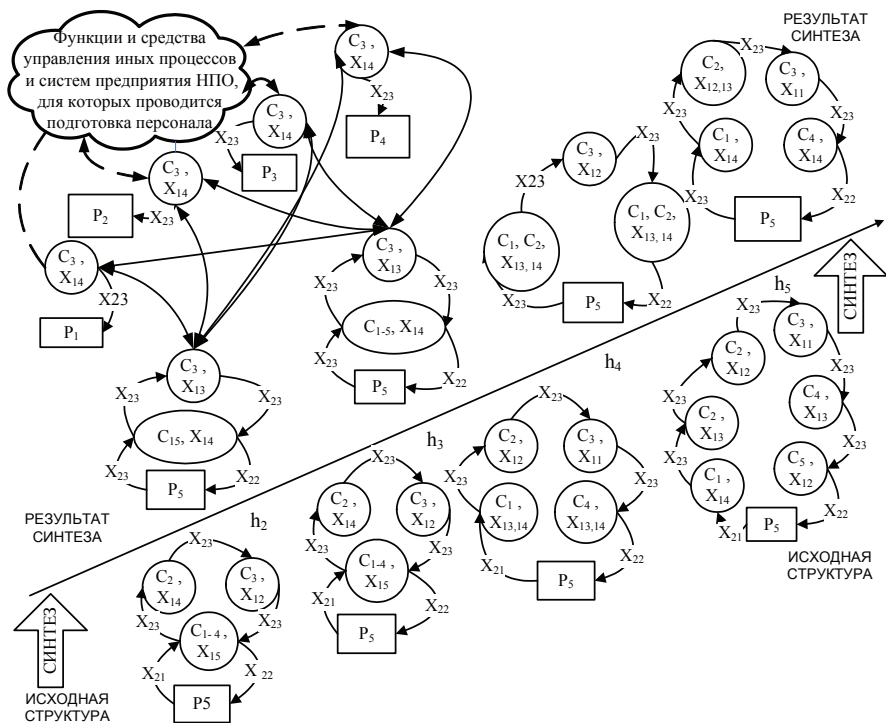


Рис. 3. Синтез структуры системы подготовки персонала



**Затраты на создание и функционирования УЦ регионального предприятия НПО**

Параметр	Варианты структур												
	Обучение во внешней среде (1)					Обучение специалистами предприятия НПО (2)					Создание УЦ (3)		
	Цена	Количество	Стоимость	Примечание	Цена	Количество	Стоимость	Примечание	Цена	Количество	Стоимость	Примечание	
1. Издержки создания	Отсутствуют					0,010	10	0,100	ТСО	1,000	1	1,000	Компоненты УЦ
2. Издержки функционирования в том числе:													
оплата обучения персонала во внешней среде	Не имеет смысла	0,800	400	0,800	Структуры УЦ нет	Не имеет смысла	100	0,200	Обучение повышенной сложности	0,002	100	0,200	Обучение повышенной сложности
издержки на обучающий персонал	0,002	400	0,800	Персонал АЗС	0,180	1	0,180	Обслуживание ТСО, литература и т.п.	0,180	2	0,360	Оплата преподавателей	
расходные материалы	Не имеет смысла					0,006	5	0,030		0,006	10	0,060	Обслуживание ТСО
техническое содержание						0,012	1	0,006		0,012	4	0,048	
Итого издержек	0,800					0,516					1,668		
в том числе начальных	0,000					0,100					1,000		
в том числе повременных	0,800					0,416					0,668		

Примечание: ТСО – технические средства обучения (средства мультимедиа и имитации и т.п.); точность – до 10 %.

Определение оптимальной структуры осуществляется путем ранжирования значений  $K_{уч}$  посредством перебора результатов умножения матрицы  $\{\tau, d, n, m_{уч}\}$  с коэффициентами значимости  $w_{1,2,3,4}$  и размерности  $a_{1,2,3,4}$  на матрицу издержек на вариантов структур обучения  $\{1/C_{уч}^1, 1/C_{уч}^2, 1/C_{уч}^3\}$

$$\begin{pmatrix} w_1 a_1 \tau_1 & w_2 a_2 n_1 & w_3 a_3 d_1 & w_4 a_4 m_{уч1} \\ w_1 a_1 \tau_2 & w_2 a_2 n_2 & w_3 a_3 d_2 & w_4 a_4 m_{уч2} \\ w_1 a_1 \tau_3 & w_2 a_2 n_3 & w_3 a_3 d_3 & w_4 a_4 m_{уч3} \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 1 \\ C_{уч}^1 \\ 1 \\ C_{уч}^2 \\ 1 \\ C_{уч}^3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{w_1 a_1 \tau_1 + w_2 a_2 n_1 + w_3 a_3 d_1 + w_4 a_4 m_{уч1}}{C_{уч}^1} \\ \frac{w_1 a_1 \tau_2 + w_2 a_2 n_2 + w_3 a_3 d_2 + w_4 a_4 m_{уч2}}{C_{уч}^2} \\ \frac{w_1 a_1 \tau_3 + w_2 a_2 n_3 + w_3 a_3 d_3 + w_4 a_4 m_{уч3}}{C_{уч}^3} \end{pmatrix} \quad (7)$$

Оценка  $C_{уч}$ , нормированная на стоимость создания УЦ предприятия НПО, дана в табл. 2, где под обучением повышенной сложности понимается обучение, создание структуры которого нецелесообразно.

Создание УЦ (см. табл. 2) позволяет реализовывать программы специальной подготовки, учитывающие особенности отрасли и современные методы обучения с использованием средств ТСО (системы тестирования, тренажеры АСУ АЗС). Указанное обстоятельство позволяет снизить число простоев объектов из-за недостатка умений и навыков персонала, что подтверждается результатами эксплуатации вновь созданных учебного класса (г. Саратов) и УЦ (г. Волгоград) межрегионального предприятия НПО ВИНК [8].

Задача управления системой предприятия НПО «Реализация нефтепродуктов, товаров и оказания услуг» (ТУ) состоит в получении максимальной прибыли при минимальных потерях. Модели компонент показателя эффективности  $K_{ТУ}$  представлены в табл. 3.

Таблица 3

**Модели компонент  $K_{ТУ}$  системы реализации нефтепродуктов, товаров и услуг**

Компонент	Описание	Соотношение	Примечание
1	2	3	4
Цена $P$ и объем $Q$ реализации ГСМ	Равновесие спроса $D$ и предложения $S$	$P_s Q_s = P_D Q_D$	В условиях среды при ограничениях $\{G_{ув}\}$
Единовременные издержки $IC$	Чистый дисконтированный доход	$IC(t) = \sum_{t=t_0}^t \left( \frac{IC(t_0)}{(1 + ir(pt))^{pt}} \right)$	$Ir$ – доходность, $pt$ – интервал
Постоянные издержки $FC$	Независимость от объема ГСМ	$FC \neq FC(Q), \forall Q \in [Q_1, Q_2]$	Условно
Переменные издержки $VC$	Эффект масштаба, $VC = VC(Q)$	$\frac{\partial VC}{\partial Q} \Big _{[Q_{эф1} \dots Q_{эф2}]} < 0, t_2 > t_1$	$Q_{1,2}$ – объемы в $t_1$ и $t_2$ ; $[Q_{эф1}, Q_{эф2}]$ интервал эффективности

1	2	3	4
Безопасность	Устойчивость к воздействиям среды	$\Delta X_{pq}(t) < \delta_1, \Delta G_{uv}(t) < \delta_2,$ $\Delta K_{\text{НПО}}(X_{pq}, G_{uv}, t) < \eta, \delta_1, \delta_2, \eta > 0$	$\Delta G_{uv}$ – изменения ограничений среды
Оперативность $\tau$ (время реакции)	Скорость прохождения информации	$\tau_{\text{сист}} < \tau_{\text{среда}}, \forall G_{uv}$ $\tau_{\text{подсист}} < \tau_{\text{сист}}, \forall \Delta X_{pq}$ $\Delta G_{uv} \in \{G_1, \dots, 7\}$	$\Delta X_{pq}$ – изменения свойств средств управления
Надежность (достижение целей) $n$	Соотношение прогнозов и результатов	$\Delta G_{uv}(t) _{t_2} \leq \Delta G_{uv}(t) _{t_1}$ $\Delta X_{pq} < \varepsilon, \varepsilon > 0$	При изменении воздействия среды (шума) на заданную величину, отклонение цели или управления находится в заданных пределах
Достоверность $d$ (устойчивость к шуму)	Влияние шума (нецеленаправленного воздействия) на управление	$\Delta C_i _{F_{pqijk}} < \varepsilon, \varepsilon > 0$ $\Delta G_{uv} < \lambda, \lambda > 0$ $\Delta X_{pq} < \delta, \delta > 0$	
Качество подготовки $m_{\text{уч}}$	Количество ошибок при тестировании	$\Delta C_i _{X_{1q}} < \varepsilon, \Delta G_{uv} < \lambda$ $\Delta X_{pq}(m_{\text{уч}}) < \delta, \varepsilon, \lambda, \delta > 0$	

С учетом моделей (см. табл. 3), задача ставится в виде:

$$\sum_{p,q} |X_{pq}| \rightarrow \min ,$$

$$K_{\text{ТУ}} = \sum_{hi=1}^{HI} \left( \sum_{r=1}^{n_i} \left( \frac{P_{hir} Q_{hir} - q_{hir} \tau_{hir}}{IC_{hir} + FC_{hir} + VC_{hir}(Q_{hir})} \right) \right) \rightarrow \max , \quad (8)$$

где  $|X_{pq}|$  – число средств управления  $X_{pq}$  ( $p \in 1, \dots, P, q \in 1, \dots, Q$ ; 11 – руководитель; 12 – заместитель руководителя; 13 – начальник отдела службы; 14 – менеджер по реализации, мастер АЗС; 15 – продавец, мойщик, рабочий по замене технических жидкостей, бармен; 21 – сервер; 22 – рабочая станция, контрольно-кассовая система; 23 – контроллер оборудования).

Для АЗС в системе процессов  $P_j$  ( $j \in 1, \dots, 5$ ; 1 – поставка; 2 – операционная деятельность; 3 – реализация; 4 и 5 – обеспечение и обслуживание) доминирующую роль играет  $P_3$ ;  $P_2$  предполагает создание эффективной структуры управления;  $P_{4,5}$  тривиальны;  $P_1$  схож с  $P_3$  (поставка осуществляется под нужды потребителей), что позволяет осуществлять совместное рассмотрение. Синтез структуры управления осуществляется следующим образом: для  $h_1$  при Н-синтезе осуществляется снижение уровня иерархии ( $q = 4 \Rightarrow 5$ ), при  $\Omega$ -синтезе – передача части функций техническим средствам управления; для  $h_2$  при  $\Omega$ -синтезе вводится новое  $X_{21}^{\gamma}$ ; для  $h_3$  при Р-синтезе отпуск товаров и оказание услуг осуществляется и организационными средствами типа  $\alpha$ ; для  $h_{4,5}$  при Р-синтезе вводится  $X_{13}^{\alpha}$  для совместного решения задач, при Н-синтезе снижается уровень иерархии ЛПП

(выполнение  $C_3$  средством  $X_{12}$ ), при С-синтезе  $X_{13}^{\alpha\gamma}$  ставится в соответствие большее число функций.

При выборе оптимальной структуры целесообразно использовать модели, представленные в табл. 4, где вариантами структур являются; (1) – параллельное функционирование структур систем типа  $\alpha/A$  (реализация нефтепродуктов, собственно НПО) и  $\gamma/\Gamma$  (реализация сопутствующих товаров и оказание услуг); (2) – совместная реализация нефтепродуктов, сопутствующих товаров и услуг с участием персонала обеих систем; (3) – выделение реализации сопутствующих товаров и услуг в отдельную функциональную структуру.

Таблица 4

**Модели оценки компонент  $K_{TU}$  системы реализации нефтепродуктов, товаров и оказания услуг**

Компонент	Выражения	Обоснование
Цена $P$ и объем $Q$ реализации	$P_2 \leq P_1 < P_3$ $Q_3 \leq P_1 < Q_2$	Меньше число средств управления в варианте (2)
Единовременные издержки $IC$	$IC_3 < IC_2 \leq IC_1$	$IC$ структуры (2) не больше, чем у совместной структуры (1)
Условно постоянные издержки $FC$	$FC_2 \leq FC_3 < FC_1$	$FC$ структуры (2) меньше за счет меньшего числа объектов
Условно переменные издержки, $VC$	$VC_3 \leq VC_2 < VC_1$	Экономия на масштабе структуры (3) сравнима с синтезом (2)
Безопасность (устойчивость $\Delta G(\Delta X)$ и управляемость $\Delta C(\Delta X)$ )	$\Delta G(\Delta X)_1 \leq \Delta G(\Delta X)_3 < \Delta G(\Delta X)_2$ $\Delta C(\Delta X)_3 \leq \Delta C(\Delta X)_2 < \Delta C(\Delta X)_1$	Включенность структуры (2) в структуру $\alpha$ делает систему более устойчивой при сохранении управляемости (смысл С- и Н-синтезов)
Оперативность $\tau$	$\tau_3 \leq \tau_2 < \tau_1$	Скорость прохождения сигнала зависит от длины цепи команд
Надежность $n$	$n_1 \leq n_2 \leq n_3$	Надежность выше у функциональных структур (1), при специализированной структуре (3) актуален вопрос связи
Достоверность $d$ информации	$d_2 \leq d_3 < d_1$	Помехозащищенность сигнала зависит от числа звеньев
Качество обучения персонала $m_{уч}$	$m_{уч3} \leq m_{уч1} < m_{уч2}$	При использовании АСУ возможны эффективная подготовка персонала с последующим повышением его производительности

При использовании отношений табл. 4 в (8) видно, что вариант 2 является оптимальным, и, кроме того, именно он позволяет повысить качество обслуживания потребителей, что соответствует глобальной цели системы нефтепродуктообеспечения. Возрастающую нагрузку на организационные средства управления целесообразно компенсировать повышением уровня автоматизации и подготовкой персонала.

По результатам применения представленных модели и алгоритма была решена задача построения структуры АЗУ АЗС реализации нефтепродуктов, сопутствующих товаров и услуг на региональном предприятии НПО ВИНК [9].

### Заключение

1. Задачи совершенствования системы нефтепродуктообеспечения являются актуальными, так как от ее эффективности, во-многом, зависит текущее состояние и развитие государства и общества в целом.

2. Основным итогом работы является разработка новых модели и алгоритма построения эффективных структур систем управления сложными системами.

3. В результате применения модели и алгоритма на действующих предприятиях нефтепродуктообеспечения достигнуты практические результаты по повышению эффективности управления их функциональными системами.

### Список литературы

1. Системный анализ и принятие решений : словарь-справочник / под ред. В.Н. Волковой [и др.]. – М. : Высш. шк., 2004. – 616 с.
2. Цвиркун, А.Д. Структура сложных систем / А.Д. Цвиркун – М. : Наука, 1981. – 345 с.
3. Резчиков, А.Ф. Структуры автоматизированных систем управления энергетикой промышленных предприятий : в 2 т. / А.Ф. Резчиков. – Саратов : Изд-во Саратов. гос. техн. ун-та, 1983. – 2 т.
4. Резчиков, А.Ф. Причинно-следственные модели производственных систем / А.Ф. Резчиков, В.А. Твердохлебов. – Саратов : Наука, 2008. – 137 с.
5. Безродный, А.А. Оценка эффективности автозаправочных станций / А.А. Безродный // Системы упр. и информ. технологии. – 2009. – Т. 11(35). – С. 121–125.
6. Безродный, А.А. Оптимизация структур управления системами нефтепродуктообеспечения / А.А. Безродный, В.А. Иващенко, А.Ф. Резчиков // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2005. – № 3. – С. 42–49.
7. Безродный, А.А. Моделирование структур безопасности автозаправочных станций / А.А. Безродный, Ю.В. Белов, Д.Г. Солод. // Системы проектирования, моделирования, подгот. пр-ва и упр. проектами CAD / CAM / CAE / PDM : сб. статей III-й междунар. науч.-практич. конф., Пенза / Пенза : Приволжский Дом Знаний. – Пенза, 2009. – С. 3–7.
8. Безродный, А.А. Автозаправочные станции: вопросы теории, практики функционирования и подготовки персонала / А.А. Безродный. – Саратов : Саратов. гос. техн. ун-т, 2006. – 326 с.
9. Безродный, А.А. Модель потенциально-функциональной структуры системы управления подсистемой реализации сопутствующих товаров и оказания услуг НПО / А.А. Безродный // Материалы I-й междунар. науч.-практической конф. «Передовые научно-технические разработки – 2006», Днепропетровск, 2006 г. / Днепропетровск : Наука и жизнь. – Днепропетровск, 2006. – С. 46–57.

## Algorithm for Designing Management Structures of Oil Product Supply Companies

A.A. Bezrodny

*Saratov Branch "Lukoil Inter Card";  
abezrodny@licard.ru*

**Key words and phrases:** oil product supply; petrol filling station; structure designing algorithm.

**Abstract:** The paper proposes algorithm for designing management structures of oil product supply companies. The results of its application at the operating capacities of the branch are given.

---

### Algorithmus des Aufbaues der Leitungsstrukturen von Betrieben der Erdölerzeugnisversorgung

**Zusammenfassung:** Auf Grund der Systemanalyse ist der Algorithmus des Aufbaues der Leitungsstrukturen von Betrieben der Erdölerzeugnisversorgung vorgeschlagen. Es sind die Ergebnisse seiner Verwendung auf den funktionierenden Objekten des Gebietes angeführt.

---

### Algorithme de la construction des structures de la gestion des entreprises du ravitaillement des produits de pétrole

**Résumé:** A la base de l'analyse systémique est proposé l'algorithme de la construction des structures de la gestion des entreprises du ravitaillement des produits de pétrole. Sont cités les résultats de son application aux entreprises de la branche industrielle.

---

**Автор:** *Безродный Алексей Анатольевич* – кандидат технических наук, директор Саратовского филиала ОАО «Лукойл Интер Кард».

**Рецензент:** *Иващенко Владимир Андреевич* – доктор технических наук, ученый секретарь Института проблем точной механики и управления (ИПТМиУ) РАН, г. Саратов.

---