

## СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ПОДСИСТЕМЫ «ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ» ПРЕДПРИЯТИЙ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

**А. П. Власов**

*Кафедра информационных технологий,  
ФГБОУ ВО «Ивановский государственный  
химико-технологический университет»;  
Vlasov-a-p@yandex.ru*

**Ключевые слова:** автоматизированная информационная система; общая теория систем; химико-технологическая система; энергосбережение.

**Аннотация:** Представлены подходы общей теории систем к декомпозиции автоматизированной информационной системы предприятия на примере подсистемы «Энергосбережение» с использованием теоретико-множественного анализа. Исследуется устойчивость функционирования подсистемы. Рассмотрены устойчивость реакции и структурная устойчивость, а также устойчивость в терминах семейства функций перехода состояний. Моделирование проводилось с использованием языка Unified Modeling Language (унифицированный язык моделирования). Программная реализация выполнена на языке X++ в среде Microsoft Dynamics AX 2009. Приведены рекомендации по выбору основания декомпозиции. Система позволяет по каждому элементу комплекса энергосбережения выявлять «коридор», выход за границы которого свидетельствует о тенденции к неустойчивости.

---

### Введение

Современные предприятия химической промышленности (а также предприятия химического машиностроения) подвержены большому количеству рисков вследствие нестабильной экономической ситуации в мире и достаточно высокой фондоемкости химического производства. Технологическая сложность производства, специфика используемого сырья характеризуют большинство химических предприятий.

Успешное решение важнейших задач создания ресурсо- и энергосберегающих экологически безопасных производств стало возможным в результате широкого применения методов системного анализа [1 – 4]. С позиций системного анализа химическое предприятие рассматривается как химико-технологическая система. С момента появления первых типовых решений [5], используемых при создании автоматизированной информационной системы (АИС) предприятия, и прихода на российский рынок систем типа Enterprise Resource Planning (ERP) раз-

работчикам АИС приходилось решать важную проблему, – каким образом декомпозировать АИС конкретного предприятия.

При проведении любой декомпозиции возникает вопрос, – что взять за основание декомпозиции, то есть по какому принципу делить систему на подсистемы. Подход Ф. И. Перегудова заключается в том, что за основание декомпозиции принимается «содержательная модель основания декомпозиции»; приводится пример, в котором за модель-основание принимается модель типа «жизненный цикл» [6]. Однако и сама модель-основание может с разной степенью детализации отображать исследуемый объект.

В работе [7] рассмотрен функционально-технологический подход к декомпозиции, основанный на рационализации потоков информации и технологии ее обработки. Данный подход обеспечивает возможность достаточно полно учесть особенности конкретного предприятия (организации), отличается гибкостью и универсальностью. Вместе с тем в условиях действующего предприятия попытки совершенствования документопотока наталкиваются на стремление аппарата управления сохранить сложившуюся привычную для управленческих работников схему, которая далеко не всегда рациональна, особенно в условиях применения вычислительной техники.

Интересен опыт [8] системного анализа инновационных ресурсов основных секторов научного комплекса химической и нефтехимической промышленности России. Декомпозиция проведена в трех информационных сечениях (интеллектуальные, финансовые и материальные ресурсы), то есть выполнены три различных декомпозиции по трем различным моделям-основаниям.

Вариант трехуровневой декомпозиции в виде иерархической структуры химического производства приведен в [9]. Высшая ступень иерархии химического предприятия – система оперативного управления совокупностью цехов, планирования запасов сырья, реализации продукции и др. (то есть автоматизированная система управления предприятием); основу второй ступени иерархии химического производства составляют агрегаты, комплексы и т.д., управляемые посредством автоматизированных систем управления технологическими процессами; на низшей ступени иерархии химического производства задачу управления в основном сводят к локальной стабилизации технологических параметров типовых процессов путем создания систем автоматического регулирования.

Исследования проблемы декомпозиции ведутся и с позиций управляемости системы [10]. В работах [11, 12] подробно исследована проблема декомпозиции верхнего (первого) уровня для АИС химического предприятия. В качестве основания декомпозиции выбрана проверенная временем модель-основание, определенная в [13].

Цель работы – исследование подходов к декомпозиции подсистемы «Энергосбережение», которая является наиболее слабо формализованной. Обоснованно проведенная декомпозиция обеспечивает оптимальную эксплуатацию АИС [14]. В литературе [15] определено пять основных процессов обработки сведений для сбора информации об объекте энергетического обследования, в случае же визуального осмотра и инструментального обследования объекта – восемь процессов. Каждый указанный процесс можно рассматривать как отдельную подсистему. Законом [16] установлена ежеквартальная периодичность подготовки энергетических паспортов.

Рассмотрение вопроса об основании декомпозиции с позиций устойчивости позволяет выяснить, сколько элементов должно быть в подсистеме – 5, 6 или более.

## Теоретический анализ

**Проблема декомпозиции.** В таких подсистемах, как финансы и техническая подготовка производства, декомпозиция определяется, как правило, нормативными документами. Данным функциональным подсистемам соответствуют определенные организационные структуры. В отношении энергосбережения на химических предприятиях этого, чаще всего, нет, что затрудняет декомпозицию. Декомпозиция энергосбережения должна быть проведена таким образом, чтобы система управления была способна адаптироваться к изменениям внешней среды при возникновении угроз. Решение вопроса о необходимости и достаточности включения в систему управления энергосбережением того или иного элемента имеет большое и теоретическое, и практическое значение.

**Подход общей теории систем.** Использование теоретико-множественного анализа [17] для исследования слабо формализованных систем (к данному классу относится АИС химического предприятия и энергосбережение в частности) является довольно плодотворным. В [17] дается следующие определение устойчивости системы.

Пусть  $D$  и  $E$  – множества причин и следствий соответственно,  $d \in D$  (например, повышение цен на энергоносители и т.п.),  $e \in E$  (например, снятие с производства того или иного товара).

Существует отображение  $F: D \rightarrow E$ .

Множества  $D = \{d\}$  и  $E = \{e\}$  представляются в виде семейства подмножеств  $\Theta_D$  и  $\Theta_E$  соответственно.

Имеют место уравнения (1) и (2):

$$(d_r, e_r) \in D \times E; \quad (1)$$

$$e_r = F(d_r). \quad (2)$$

Тогда пара  $(d_r, e_r)$  называется устойчивой относительно  $\Theta_D$  и  $\Theta_E$  в том и только в том случае, когда справедливо выражение

$$(\forall \alpha \in N(e_r)) (\exists \beta \in N(d_r)) (\forall d) (d \in \beta \rightarrow F(d) \in \alpha), \quad (3)$$

где  $\alpha$  – элемент множества  $E$ ;  $N$  – система окрестностей точек  $d_r$  и  $e_r$ ;  $\beta$  – элемент множества  $D$ ;  $F$  – отображение преобразования причин в следствие.

Множества, представленные в выражениях (4а) и (4б), есть системы окрестностей точек  $d_r$  и  $e_r$  относительно  $\Theta_D$  и  $\Theta_E$ :

$$N(d_r) \subset \Theta_D; \quad (4a)$$

$$N(e_r) \subset \Theta_E. \quad (4б)$$

**Устойчивость реакции.** Представляется целесообразным проблему устойчивости рассматривать с разных сторон. В работе [17] реакция системы  $\rho$  представляется в виде выражения

$$y = \rho(c, x), \quad (5)$$

где  $y$ ,  $c$ ,  $x$  – выход, состояние и вход системы соответственно.

Пусть  $\Theta_C$  и  $\Theta_Y$  – некоторые заданные семейства подмножеств множеств  $C = \{c\}$  и  $Y = \{y\}$  соответственно. Реакция системы  $y_r = \rho(c, x_r)$  называется устойчивой (относительно  $\Theta_C$  и  $\Theta_Y$  и заданного  $x_r$ ) тогда и только тогда, когда выполняется соотношение

$$(\forall \alpha \in N(y_r)) (\exists \beta \in N(c_r)) (\forall c) (c \in \beta \rightarrow \rho(c, x_r) \in \alpha), \quad (6)$$

где  $N(y_r)$  и  $N(c_r)$  – системы окрестностей  $y_r$  и  $c_r$  соответственно.

Рассмотрим устойчивость реакции. Состояние энергосбережения (7) определяется уровнем тех или иных процессов (расчет фактического расхода используемых энергетических ресурсов, оценка эффективности использования энергетических ресурсов отдельно по элементам и др.):

$$\Theta_C = \bigcup_{j=1}^n C_j, \quad (7)$$

где  $C_j$  – семейство множеств состояний  $j$ -го элемента (процесса).

Семейство множеств выходов описывается выражением

$$\Theta_Y = \bigcup_{j=1}^n Y_j, \quad (8)$$

где  $Y_j$  – семейство множеств выходов  $j$ -го элемента.

Семейство множеств состояний каждого элемента энергосбережения более детально представляется выражением:

$$C_j = \bigcup_{i=1}^m C_{ji}, \quad (9)$$

где  $C_{ji}$  – множество состояний  $j$ -го элемента энергосбережения для  $i$ -го продукта, выпускаемого предприятием.

Вопрос об устойчивости исследуется в терминах семейства функций перехода состояний. Информация о системе, необходимая для выяснения вопроса об устойчивости, заключена в последовательной смене состояний. Другими словами, вся необходимая информация о системе в этом случае может быть представлена в весьма компактном виде, в форме некоторого упорядочения пространства состояний  $\Psi \subset C \times C$ . Рассматривается построение такого порядка с помощью семейства функций перехода.

Для любого  $x \in X$  задается отношение  $\Psi \subset C \times C$ , для которого выполняется следующее условие

$$(c, c') \in \Psi \Leftrightarrow (\exists x_{t'}) (c' = \varphi_{t'}(c, x_{t'})), \quad (10)$$

где  $c \in C$ ,  $c$  – состояние системы в момент времени  $t$ ;  $c'$  – состояние системы в момент времени  $t'$ .

В работе [17] дано следующее определение устойчивости по состоянию. Состояние  $c \in C$  называется устойчивым относительно  $\Psi$  и  $\Theta$  тогда и только тогда, когда выполняются условия два условия:

$$(\forall \alpha \in N(\Psi(c))) (\exists \beta \in N(c)) (\Psi(\beta) \subset \alpha); \quad (11)$$

$$\Psi(\beta) = \bigcup_{c \in \beta} \Psi(c). \quad (12)$$

Окрестность множества  $\Psi(c)$  определяется по выражению

$$N(\Psi(c)) = \{\alpha : \alpha \in \Theta \ \& \ (\Psi(c) \subset \alpha)\}. \quad (13)$$

**Структурная устойчивость.** Для исследования структурной устойчивости некоторой системы  $S \subset X \times Y$  вводится в рассмотрение множество  $Q$  [17]. Каждому  $q \in Q$  соответствует некоторый «режим» работы системы. Можно сказать, что система  $S$  параметризована множеством  $Q$ , суть которого показана ниже. Тогда поведение системы можно классифицировать по различным его «типам», то есть вводится функция  $P$

$$P: S^0 \rightarrow L, \quad (14)$$

причем  $l = P(S)$  означает, что для  $S \in S^0$  характерен тип поведения  $l$ , где  $S^0 = \{S \subset X \times Y\}$ ,  $L = \{l\}$ .

В данном подразделе под  $S^0$  подразумевается подсистема «Энергосбережение» в целом,  $S$  – модули подсистемы,  $L$  – множество типов поведения.

Также пусть вводится функция  $R: Q \rightarrow S^0$ , а  $F$  является композицией функций  $P$  и  $R$ , то есть функция  $F: Q \rightarrow L$  такова, что имеет место равенство

$$l = F(q) = P(R(q)). \quad (15)$$

Тип поведения  $l_a \in L$  называется структурно устойчивым в том и только в том случае, когда для каждого  $q_b \in Q$ , такого, что  $l_a = F(q)$ , выполняется условие

$$(\exists \beta \in N(q_b)) (\forall q) (q \in \beta \rightarrow F(q) = l_a). \quad (16)$$

Множество параметров, которые включает в себя множество  $Q$ , определяется стратегией энергосбережения. В источнике [18] определены восемь ключевых стратегий. Таким образом,  $Q = \{\text{П1 – переход на нейтральные к климату горючие вещества; П2 – регенерация тепла и электричества, П3 – усовершенствование продуктов, П4 – использование новых материалов и др.}\}$ .

### Численный эксперимент

На основании вышеизложенной математической модели реализована компьютерная модель системы, при этом широко использовались средства языка Unified Modeling Language. В частности созданы следующие диаграммы: классов (для описания предметной области); вариантов использования (прецедентов (для описания задач или подзадач, выполняемых данной подсистемой)) и др. Программная реализация выполнена на языке X++ в среде Microsoft Dynamics AX 2009 [19].

Верификация и валидация модели проводилась следующим образом. До проведения расчета на компьютере готовился контрольный пример, включающий в себя все множества данных, в том числе и выходные на основании интуитивного представления экспериментаторов. Сопоставление данных контрольного примера с результатами компьютерного расчета продемонстрировали адекватность модели.

### Выводы

Созданная система позволяет по каждому элементу комплекса энергосбережения выявлять «коридор», выход за границы которого свидетельствует о тенденции к неустойчивости. По всем случаям «нарушений» проводятся дополнительные исследования, например парный корреляционный анализ в целях выявления зависимости. В частности, система позволяет проводить расчеты по опти-

мизации размещения приборов учета, выявлять те виды продукции, которые целесообразно снимать с производства.

Предложенная система может быть использована как на химических предприятиях, так и в организациях, занимающихся созданием и внедрением автоматизированных информационных систем.

#### *Список литературы*

1. Кафаров, В. В. Системный анализ процессов химической технологии. Основы стратегии / В. В. Кафаров, И. Н. Дорохов. – М. : Наука, 1976. – 499 с.
2. Коновалов, В. И. Основные пути энергосбережения и оптимизации в тепло- и массообменных процессах и оборудовании / В. И. Коновалов, Н. Ц. Гатапова // Вестн. Тамб. гос. техн. ун-та. – 2008. – Т. 14, № 4. – С. 796 – 811.
3. Егоров, А. Ф. Методы и модели анализа риска и управления безопасностью химических производств / А. Ф. Егоров, Т. В. Савицкая // Теорет. основы хим. технологии. – 2010. – Т. 44, № 3. – С. 341 – 353.
4. Кафаров, В. В. Анализ и синтез химико-технологических систем / В. В. Кафаров, В. П. Мешалкин. – М. : Химия, 1991. – 432 с.
5. Типовые проектные решения автоматизированных систем управления предприятиями. Общие принципы построения типовых проектных решений. Подсистема управления сбытом и реализацией продукции / Гос. комитет Совета Министров СССР по науке и технике. – М. : Статистика, 1974. – 168 с.
6. Перегудов, Ф. И. Введение в системный анализ / Ф. И. Перегудов, Ф. И. Тарасенко. – М. : Высшая школа, 1989. – 360 с.
7. Валуев, С. А. Организационное обеспечение систем управления научными исследованиями вуза / С. А. Валуев. – М. : Высшая школа, 1983. – 112 с.
8. Бессарабов, А. М. Системный анализ инновационных ресурсов отраслевой химической науки (1990 – 2010 гг.) / А. М. Бессарабов, Н. Н. Кулов, А. В. Квасюк // Теорет. основы хим. технологии. – 2012. – Т. 46, № 6. – С. 648 – 656.
9. Кафаров, В. В. Введение в системный анализ и моделирование химико-технологических процессов и систем / В. В. Кафаров, И. Н. Дорохов. – М. : Изд-во МХТИ, 1984. – 76 с.
10. Власов, А. П. Исследование проблем управляемости в подсистеме маркетинг химического предприятия / А. П. Власов, С. П. Бобков, Б. Я. Солон // Математические методы в технике и технологиях. ММТТ-25 : сб. тр. XXV Междунар. науч. конф. : в 10 т. / М-во образования и науки Рос. Федерации, Саратов. гос. техн. ун-т им. Гагарина Ю. А. [и др.] ; [редкол.: А. А. Большаков (общ. ред.) и др.]. – Саратов, 2012. – Т. 5. – С. 24.
11. Власов, А. П. Исследование автоматизированных информационных систем, используемых в химической промышленности / А. П. Власов, С. П. Бобков, С. М. Чаусова // Изв. вузов. Химия и хим. технология. – 2011. – Т. 54, № 11. – С. 126 – 128.
12. Власов, А. П. Исследование типовых проектных решений автоматизированных информационных систем предприятий химического машиностроения / А. П. Власов, С. П. Бобков, Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново: [б. и.], 2012. – 107 с.
13. Общеотраслевые руководящие методические материалы по созданию АСУП / Гос. комитет Совета Министров СССР по науке и технике ; отв. за вып. Ю. И. Сидоров, А. С. Гринберг, Р. С. Седегов. – М. : Статистика, 1977. – 264 с.
14. Власов, А. П. Синтез элементов АИС предприятия химического машиностроения / А. П. Власов // Вестн. Иркут. гос. техн. университета. – 2013. – № 11. – С. 12 – 14.

15. Об утверждении требований к проведению энергетического обследования и его результатам и правил направления копий энергетического паспорта, составленного по результатам обязательного энергетического обследования : приказ М-ва энергетики Рос. Федерации от 30 июня 2014 г. № 400 // Рос. газета. – 2014. – 30 дек.

16. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации [Электронный ресурс] : федер. закон от 23.11.2009 № 261-ФЗ (с изм. и доп.) // ГАРАНТ : информ.-правовой портал. – Режим доступа : <http://base.garant.ru/12171109/> (дата обращения: 15.11.2015).

17. Месарович, М. Общая теория систем : математические основы : пер. с англ. / М. Месарович, Я. Такахага. – М. : Мир, 1966. – 316 с.

18. Восемь ключевых стратегий повышения энергоэффективности [Электронный ресурс] // Портал-Энерго. – Режим доступа : <http://portal-energo.ru/articles/details/id/679> (дата обращения: 15.11.2015).

19. Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2013661284 РФ. Реализация симплекс-метода для формирования оптимального плана на языке X++ / Власов А. П., Боровых А. А. ; правообладатель ФГБОУ ВПО «Иван. гос. хим.-технол. ун-т». – № 2013617765 ; заявл. 27.08.2013 ; зарег. 20.01.2014. – 1 с.

---

## System Analysis of “Energy Saving” Subsystem at Chemical Industry Enterprises

A. P. Vlasov

*Department of Information Technology,  
Ivanovo State University of Chemistry and Technology;  
Vlasov-a-p@yandex.ru*

**Keywords:** automated information system; chemical process system; energy saving; general systems theory.

**Abstract:** The approaches of general systems theory to the decomposition of the automated information system of the enterprise are exemplified by the subsystem “Energy Saving” using set-theoretic analysis. The stability of the operation subsystem is investigated. We considered the stability of the reaction and structural stability in terms of family of state-transition functions. The simulation was performed using the Unified Modeling Language. The X++ language was used software implementation in Microsoft Dynamics AX 2009. The recommendations on the choice of decomposition base were given. The system allows each element of the energy-saving complex to identify “a corridor”, going beyond the boundaries of which shows a tendency to instability.

### *References*

1. Kafarov V.V., Dorokhov I.N. *Sistemnyi analiz protsessov khimicheskoi tekhnologii. Osnovy strategii* [System analysis of processes of chemical technology. Strategy basics], Moscow: Nauka, 1976, 499 p. (In Russ.)
2. Konovalov V.I., Gatapova N.Z. [General Ways of Energy-Saving and Optimization in Heat and Mass Transfer Processes and Equipment], *Transactions*

of Tambov State Technical University, 2008, vol. 14, no. 4, pp. 796-811. (In Russ., abstract in Eng.)

3. Egorov A.F., Savitskaya T.V. Methods and models for the risk analysis and security management of chemical plants, *Theoretical Foundations of Chemical Engineering*, 2010, vol. 44, no. 3, pp. 326-338.

4. Kafarov V.V., Meshalkin V.P. *Analiz i sintez khimiko-tekhnologicheskikh sistem* [Analysis and synthesis of chemical processes], Moscow: Khimiya, 1991, 432 p. (In Russ.)

5. The State USSR Council of Ministers Committee on Science and Technology, *Tipovye proektnye resheniya avtomatizirovannykh sistem upravleniya predpriyatiyami. Obshchie printsipy postroeniya tipovykh proektnykh reshenii. Podsystema upravleniya sbytom i realizatsiei produktsii* [The standard design of CAM. General principles of construction. Sales management subsystem], Moscow: Statistika, 1974, 168 p. (In Russ.)

6. Peregoudov F.I., Tarasenko F.I. *Vvedenie v sistemnyi analiz* [Introduction to system analysis], Moscow: Vysshaya shkola, 1989, 360 p. (In Russ.)

7. Valuev S.A. *Organizatsionnoe obespechenie sistem upravleniya nauchnymi issledovaniyami vuza* [Organizational support system management research university], Moscow: Vysshaya shkola, 1983, 112 p. (In Russ.)

8. Bessarabov A.M., Kvasyuk A.V., Kulov N.N. Systems Analysis of Innovation Resources in Industrial Chemical Science (1990-2010), *Theoretical Foundations of Chemical Engineering*, 2012, vol. 46, no. 6, pp. 648-656, doi: 10.1134/S004057951206005X (In Russ., abstract in Eng.)

9. Kafarov V.V., Dorokhov I.N. *Vvedenie v sistemnyi analiz i modelirovanie khimiko-tekhnologicheskikh protsessov i sistem* [Introduction to systems analysis and modeling of chemical-technological processes and systems], Moscow: MKhTI, 1984, 76 p. (In Russ.)

10. Vlasov A.P., Bobkov S.P., Solon B.J. [Study of the problems of control subsystem brand-ting chemical enterprise], [Mathematical Methods in Technics and Technologies. MMTT-25], Proceedings of the XXV International Scientific Conference, April 20-26, 2012, Saratov, May 28-30, 2012, Volgograd, October 2-4, 2012, Kharkiv, Saratov, 2012, vol. 5 of 10, p. 24. (In Russ., abstract in Eng.)

11. Vlasov A.P., Bobkov S.P., Chausova S.M. [Study of automated information systems using in chemical industry], *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedeniy. Seriya "Khimiya i Khimicheskaya Tekhnologiya"* [Chemistry and Chemical Technology], 2011, vol. 54, no. 11, pp. 126-128.

12. Vlasov A.P., Bobkov S.P. *Issledovanie tipovykh proektnykh reshenii avtomatizirovannykh informatsionnykh sistem predpriyatii khimicheskogo mashinostroeniya* [Study of typical design solutions created for automated information systems ized enterprises chemical engineering, Ivanovo, 2012, 107 p. (In Russ.)

13. The State USSR Council of Ministers Committee on Science and Technology, *Industry-wide leadership training materials to create CAM*, Moscow: Statistika, 1977, 264 p. (In Russ.)

14. Vlasov A.P. [Synthesis of Chemical Machine-Building Enterprise AIS Elements], *Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* [Vestnik of Irkutsk State Technical University]. 2013, no. 11, pp. 12-14. (In Russ., abstract in Eng.)

15. <http://base.garant.ru/70818262/> (accessed 31 March 2016) (In Russ.)

16. <http://base.garant.ru/12171109/> (accessed 31 March 2016) (In Russ.)

17. Mesarovic M.D., Takahara Yasuhiko. *General Systems Theory: Mathematical Foundations*, New York: Academic Press, 1975.



18. Portal-Energo, <http://portal-energo.ru/articles/details/id/679> (accessed 15 November 2015). (In Russ.)

19. Vlasov A.P., Borovykh A.A., Ivanovo State University of Chemistry and Technology, *Realizatsiya simpleks-metoda dlya formirovaniya optimal'nogo plana na yazyke X++* [The implementation of the simplex method for the formation of an optimal plan in X++], Russian Federation, 2014, Certificate of state registration of the computer programs № 2013661284. (In Russ.)

---

### **Systemanalyse des Teilsystems „Das Enrgiesparen“ der Betriebe der chemischen Industrie**

**Zusammenfassung:** Es ist das Herangehen der allgemeinen Theorie der Systeme zu der Dekomposition des automatisierten informativen Systems des Betriebes am Beispiel des Teilsystems „das Enrgiesparen“ unter Ausnutzung der theoriemehrzahlen Analyse betrachtet. Es wird die Immunität des Funktionierens der Teilsystems untersucht. Es ist die Immunität der Reaktion und die strukturelle Immunität, sowie in den Fachwörtern des Funktionfeldes des Übergangs der Zustände betrachtet. Die Modellierung wurde unter Ausnutzung der Sprache Unified Modeling Language (die unifizierte Sprache der Modellierung) durchgeführt. Die Programmrealisierung ist auf der Sprache X++ im Kreis von Microsoft Dynamics AX 2009 erfüllt. Es sind die Empfehlungen nach der Wahl der Gründung der Dekomposition angebracht. Das System lässt zu, nach jedem Element des Komplexes des Enrgiesparens „den Korridor“ an den Tag zu bringen, der Ausgang für dessen Grenzen von der Tendenz zur Instabilität zeugt.

---

### **Analyse systémique du sous-système “Économie d'énergie” des entreprises de l'industrie chimique**

**Résumé:** Sont examinées les approches de la théorie générale des systèmes envers la décomposition du système informatique automatisé de l'entreprise à l'exemple du sous-système “économie d'énergie” avec l'utilisation de l'analyse multiple théorique. Est étudiée la stabilité du sous-système. Sont examinées la durabilité de la réaction et la stabilité structurale y compris en termes de la famille des fonctions de la transition des états. La simulation a été effectuée à l'aide de la langue Unified Modeling Language (langage unifié de la modélisation). Le logiciel est effectué dans la langue X++ dans l'environnement de Microsoft Dynamics AX 2009. Sont données les recommandations sur le choix de la base de la décomposition. Le système permet pour chaque élément d'un complexe de la conservation de l'énergie d'identifier un “couloir”, la sortie des limites de ce couloir témoigne de la tendance de l'instabilité.

---

**Авторы:** *Власов Алексей Петрович* – кандидат технических наук, доцент кафедры информационных технологий, ФГБОУ ВО «Ивановский государственный химико-технологический университет», г. Иваново.

**Рецензент:** *Ратманова Ирина Дмитриевна* – доктор технических наук, профессор, заместитель директора информационно-вычислительного центра, ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет», г. Иваново.

---