

**Н.П. Деканова<sup>1</sup>, А.В. Ступина<sup>1</sup>, В.В. Хан<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, Российская Федерация*

<sup>2</sup>*Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Российская Федерация*

## **ИНФОРМАЦИОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЦЕССА УЧЕТА И КОНТРОЛЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ**

**Аннотация.** В данной работе представлено информационно-вычислительное обеспечение процесса учета и анализа потребления энергетических ресурсов, разработанное на основе принципов функционального моделирования для компаний, являющихся потребителями ресурсов. Определена структура базы данных для хранения большого объема разнородных данных, включающих теплотехнические характеристики подведомственных зданий и сооружений, обязательства поставок энергоресурсов, определенные в договорах с энергоснабжающими организациями, показатели фактического потребления энергии, результаты технического обследования зданий и помещений и экспертных оценок состояния обследуемых помещений. Предложены подходы к формированию документов, отражающих состояние объектов на основе результатов энергетических обследований, в том числе к разработке энергетических паспортов зданий и сооружений; составлению отчетов по фактическому потреблению ресурсов и выполнению статистического и сопоставительного анализа процесса потребления ресурсов. В рамках системы выполняются необходимые теплотехнические и экономические расчеты. Система предоставляет возможность решения задач принятия решений по разработке мероприятий, направленных на повышение качества и эффективности эксплуатации зданий и отдельных помещений.

**Ключевые слова:** функциональное моделирование, модель, моделирование, статистический анализ, информационная система, принятие решений

**N.P. Dekanova<sup>1</sup>, A.V. Stupina<sup>1</sup>, V.V. Khan<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Irkutsk State Transport University, Irkutsk, Russian Federation,*

<sup>2</sup>*Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation*

## **FUNCTIONAL MODELING OF THE INFORMATION-ANALYTICAL SYSTEM OF ENERGY RESOURCES MANAGEMENT IN AN EDUCATIONAL ORGANIZATION**

**Abstract.** The informational and computing support system for the process of accounting and analysis of energy consumption, developed on the basis of the principles of functional modeling for companies that are consumers of resources is presented in paper. The structure of the database for storing a large volume of heterogeneous data, including the heat engineering characteristics of subordinate buildings and structures, energy supply obligations defined in contracts with energy supply organizations, indicators of actual energy consumption, the results of technical inspection of buildings and premises and expert assessments of the condition of the surveyed premises, is determined. Approaches to the formation of documents reflecting the state of objects based on the results of energy surveys are proposed, including approaches to the development of energy passports of buildings and structures; preparation of reports on the actual consumption of resources and the implementation of statistical and comparative analysis of the process of resource consumption, are proposed. Within the framework of the system, the necessary heat engineering and economic calculations are performed. The system provides an opportunity to solve the problems of decision-making on the development of measures aimed at improving the quality and efficiency of the operation of buildings and individual premises.

**Keywords:** functional modeling, model, simulation statistical analysis, information system, decision-making.

Вопросы надежности, повышения эффективности и качества снабжения и потребления энергетических ресурсов относятся к числу важнейших как для снабжающих организаций, так и для компаний, являющихся потребителями ресурсов. При этом важную роль играет разработка информационного и программного обеспечения процессов управления энергоресурсами [1-5]. Для компаний-потребителей энергоресурсов актуально решение задач хранения и обработки большого количества данных и формирования разного рода документов, содержащих сведения о свойствах и характеристиках объектов. Такого рода сведения основаны на результатах энергетических обследований и архивов данных, получаемых от приборов учета. В качестве генерируемых отчетных форм используются энергетические паспорта зданий и сооружений, текущие отчеты по фактическому

потреблению ресурсов и ряд других документов. Следует отметить, что системы тепло- и водопотребления зданий и сооружений относятся к классу сложных технических систем. В связи с этим задачи учета и управления процессами потребления тепловой энергии, водопотребления и водоотведения особенно сложны, включая проблемы информационного обеспечения системы менеджмента качества эксплуатации зданий и сооружений. Решение проблемы подразумевает обеспечение комфортных условий работы и проживания, надежности и безопасности систем. Важнейшим фактором менеджмента качества является решение задач оперативной диагностики теплотехнического состояния объектов и планирование мероприятий по повышению качества и эффективности эксплуатации зданий и отдельных помещений. [6 - 9].

Цель настоящего исследования – разработка системы информационно-вычислительного обеспечения процесса тепло- и водопотребления для компаний, управляющих жилищным и гражданским фондом зданий и сооружений. Информационная система предназначена для хранения большого числа разносторонних данных об объектах, о результатах обследований объектов, о договорных показателях снабжения и фактическом потреблении ресурсов и ряд других показателей. Система должна обеспечить выполнение теплотехнических и экономических вычислений, необходимых для заполнения отчетов по энергетическому аудиту и энергетическим паспортам зданий, возможность проведения оперативного учета и анализа текущего состояния потребления энергоресурсов и формирования разного рода документов, отражающих основные функции системы, а также предоставлять возможность решения задач принятия решений по планированию мероприятий, направленных на повышение качества и эффективности эксплуатации зданий и отдельных помещений. На рис. 1. представлена концептуальная схема управления информационными ресурсами.



Рис. 1. Концептуальная схема управления информационными ресурсами

Нормативно-правовые документы содержат параметры микроклимата при отоплении и вентиляции помещений для обеспечения температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в пределах допустимых норм в обслуживаемой или рабочей зонах помещений, а также формулы расчета различных теплоэнергетических показателей и коэффициентов. При этом фиксируются срок действия документов и их обновления. К основным нормативно-правовым документам, определяющим управление, относятся:

- межгосударственные стандарты: ГОСТ 30494 - Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях, ГОСТ 12.1.005 - Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны;
- федеральный закон "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" N 261-ФЗ;
- строительные нормы и правила Российской Федерации - СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий;
- санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях, содержащие санитарно-эпидемиологические правила и нормативы - СанПиН 2.1.2.2645 и СанПиН 2.2.4.548;
- свод правил СП 23-101-2004 Проектирование тепловой защиты зданий, СП 60.13330 – Отопление вентиляция кондиционирование.

В качестве входных параметров используются теплотехнические характеристики зданий, составляющих строительный фонд компании; сведения о договорах с энергоснабжающими организациями, договорные обязательства снабжения ресурсами в целом и по каждому объекту и месяцу года отдельно; показания установленных приборов учета с периодичностью в один месяц; сведения о ежемесячной оплате потребления ресурсов; данные измерительных приборов, используемых при промежуточных обследованиях зданий и помещений; экспертные оценки теплотехнического состояния зданий и сооружений. Декомпозиция контекстной диаграммы управления информационными ресурсами представлена на рис. 2.

Для упрощения схемы в ней опущены стрелки контекстной диаграммы, подключенные к нижней стороне блока, представляющие механизмы преобразования входов в выходы.

Блок сбора и управления данными представляет собой базу данных, структурированную согласно методу нормальных форм и являющуюся составной частью кроссплатформенного набора программ ХАМРР, обеспечивающего удобную разработку приложений и позволяющего запускать полноценный веб-сервер.

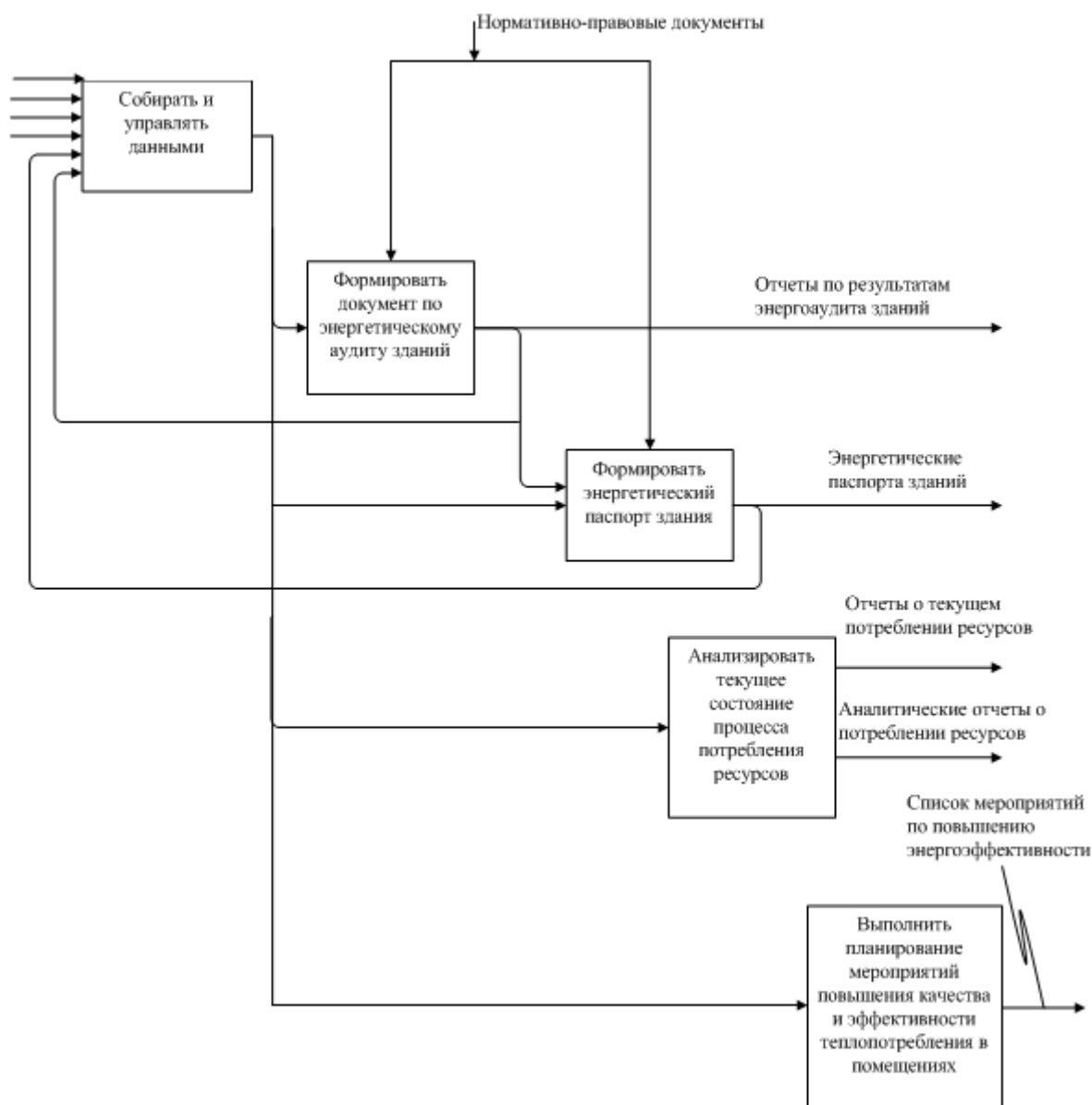
Основными задачами проведения энергетического аудита являются:

- установление фактического состояния энергопотребления и энергопользования, определение рациональных размеров энергопотребления в зданиях и помещениях;
- выявление причин возникновения потерь, определение их значений и резервов экономии теплоэнергетических ресурсов (ТЭР);
- разработка рекомендаций по повышению эффективности использования ТЭР.

Глубина решения поставленных задач и объем необходимой для этого информации зависят от уровня проводимого энергетического аудита. По степени детализации энергоаудит подразделяется на следующие виды: экспресс аудит, локальный аудит, энерготехнологическое обследование и полный аудит.

Согласно нормативно-правовым актам, принятым федеральными органами исполнительной власти и органами исполнительной власти субъектов РФ, потребители теплоэнергетических ресурсов обязаны иметь энергетический паспорт установленного образца. Основные требования к энергетическому паспорту следующие:

- определение фактического и расчетного баланса ТЭР;
- оценка показателей энергетической эффективности;
- перечень мероприятий и технических решений по рациональному энергопотреблению.



**Рис. 2.** Декомпозиция контекстной схемы управления информационными ресурсами

Например, энергетический паспорт жилого здания должен содержать:

- общую информацию о здании (адрес, разработчик проекта, серия здания, этажность, количество жилых/учебных помещений и т.п.);
- расчетные и фактические геометрические показатели (площади этажей, жилых и технических помещений, отапливаемый объем, коэффициент остекленности фасада здания и т.п.);
- расчетные условия (показатели температур воздуха, продолжительность отопительного периода, градусо-сутки отопительного периода и т.п.);
- нормативные, расчетные и фактические теплотехнические показатели (приведенное сопротивление теплопередаче наружных ограждений, чердачных перекрытий и т.п.);
- нормируемые и расчетные вспомогательные показатели (приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи здания, кратность воздухообмена здания, удельные бытовые тепловыделения в здании, тарифная цена тепловой энергии, удельная прибыль от экономии энергетической единицы и т.п.);
- нормируемые и расчетные удельные характеристики (удельные теплозащитная и вентиляционная характеристики здания, удельные характеристики бытовых тепловыделений и теплоступлений от солнечной радиации);

- нормативные коэффициенты (эффективность авторегулирования отопления, эффективность рекуператора, учет теплопотерь системы отопления и т.п.);
- нормируемые и расчетные комплексные показатели расхода тепловой энергии;
- энергетические нагрузки зданий (удельный расход тепловой энергии на отопление зданий за отопительный период, расход тепловой энергии на отопление зданий за отопительный период, общие теплопотери здания за отопительный период).

При составлении энергопаспорта здания используются нормативные показатели, содержащиеся в нормативно-правовых документах, фактические показатели, являющиеся результатом теплотехнического обследования здания и расчетные показатели, вычисляемые исходя из результатов обследования согласно формулам, установленным в нормативных документах.

Отчеты о текущем потреблении ресурсов предназначены для формирования платежных документов. Аналитические отчеты о потреблении ресурсов используются для оперативного разностороннего статистического анализа, сопоставления текущих результатов с нормативными и договорными показателями, с потреблением ресурсов в аналогичные временные интервалы предшествующих лет, для сопоставления объема потребления ресурсов для зданий, идентичных с точки зрения теплотехнических свойств. Важную роль играет журнал потерь, который отражает сроки и объемы потерь на рассматриваемом объекте определенного вида ресурса - разницу между значением поставленного энергоресурса по данным энергоснабжающей организации и фактического потребления ресурса.

Задача планирования мероприятий, направленных на повышение качества и эффективности теплопотребления в помещениях, относится к классу задач принятия решений и отличается вычислительной сложностью. Для ее решения из данной модели выполняется обращение к блоку, реализующему метод принятия решений на основе нечеткого моделирования. Программная реализация блока выполнена в универсальной системе компьютерной математики Mathcad. Необходимые для решения входные данные (теплотехнические характеристики, результаты обследования помещений и опроса экспертов) собираются и хранятся в базе данных системы информационного обеспечения процесса потребления энергоресурсов. Там же сохраняется для каждого обследуемого помещения получаемый в ходе решения задачи набор рекомендуемых мероприятий и степень их значимости. Обследованию подлежат системы отопления, вентиляции, температуры внутри помещений и наружного воздуха, оконные системы, а также важную роль играют экспертные оценки состояния воздуха в различных точках помещения. Математическая постановка и решение задачи опираются на нечеткое моделирование, экспертные оценки и базу правил вывода заключений относительно необходимости проведения мероприятий по повышению качества и эффективности использования тепловой энергии в обследуемых помещениях. Выходной информацией блока является упорядоченный по убыванию степени значимости список таких мероприятий [7].

Входные измеряемые и лингвистические переменные  $x_i, i = 1, \dots, I$  на универсальном множестве  $X_i$  качественно характеризуются терм-множествами  $X_{i,j}$ , которые описываются функциями принадлежности  $\mu_{i,j}(x_i), j = 1, \dots, J$ , где  $J$  – количество терм-множеств, определенных на множестве  $X_i$ . Функции принадлежности  $\mu_{i,j}(x)$  определяют степень принадлежности некоторого значения переменной  $x_i$  к терм-множествам, характеризующим данную переменную. Аналогичным образом определяются функции принадлежности  $\mu_{k,n}(y_k), k = 1, \dots, K, n = 1, \dots, N$  для выходных параметров-заключений  $y_k, k = 1, \dots, K$ . Типы функций принадлежности весьма разнообразны. В работе исследованы функции, состоящие из прямоугольных участков, симметричная гауссова и сигмоидальные функции.

Важным элементом рассматриваемой модели является база правил принятия заключения о значимости мероприятий. Лингвистические правила в общем виде формулируются следующим образом: «ЕСЛИ имеет место некоторая ситуация, ТО следует соответствующая ей ответная реакция». Причем левая составляющая правила является, как

правило, достаточно сложным конъюнктивно-дизъюнктивным условием, а правая составляющая - заключение о значимости соответствующего мероприятия. В базе правил содержатся совокупности конъюнктивных форм, однозначно отражающие исходные дизъюнктивно-конъюнктивные формы. Важным свойством формируемой базы знаний является независимость правил, относящихся к различным элементам вектора выходных параметров  $y_k, k = 1, \dots, K$ , то есть для каждого мероприятия формируется локальная база правил.

Блок логического вывода заключения начинается с ввода исходных данных нечеткой модели - числовые и лингвистические значения параметров  $(x_{i,l}^*)$ ,  $i = 1, \dots, I$ ;  $l = 1, \dots, L$ , где  $L$  – количество обследуемых помещений. Для каждого  $k$ -го мероприятия и  $l$ -го помещения формируются модифицированные функции принадлежности заключений конъюнктивных правила, входящих в состав вывода заключения относительно  $k$ -го мероприятия. При этом используется оператор  $t$ -нормы нечеткой импликации Мамдани:

$$\mu_r^l(y_k) = T(\mu_{rk}(x_1^*), \dots, \mu_{rk}(x_I^*), \mu_{Y_k^d}(y_k)).$$

Здесь могут быть использованы такие операторы  $t$ -нормы, как MIN или PROD, причем в операторе участвуют только активизированные значения  $\mu_{rk}(x_i^*) > 0$ . Оператор импликации выполняется для всех  $r$  конъюнктивных правил, относящихся к рассматриваемому  $k$ -му мероприятию. На основе полученного набора модифицированных функций принадлежности заключений конъюнктивных форм правил путем их аккумуляции на основе  $s$ -нормы определяется результирующая функция принадлежности:

$$\mu_{Y_k^*}(y_k^l) = \mu_{res}(y_k^l) = S(\mu_1^l(y_k), \mu_2^l(y_k), \dots, \mu_R^l(y_k)),$$

где  $R$  – количество конъюнктивных правил локальной базы, предназначенной для определения потребности  $l$ -го помещения в проведении  $k$ -го мероприятия. В качестве оператора  $s$ -нормы могут быть использованы операторы MAX или SUM.

В блоке дефаззификации определяется значение  $y_k^{*l}$ , соответствующее максимуму результирующей функции принадлежности  $\max_{y_k} \mu_{Y_k^*}(y_k^l)$ . Если такое значение не является единственным, то оптимальное значение параметра - степень значимости мероприятия для некоторого помещения, определяется методом среднего максимума по формуле:

$$y_k^{*l} = 0.5(y_{1k}^{*l} + y_{2k}^{*l}),$$

где  $y_{1k}^{*l}$  и  $y_{2k}^{*l}$  – наименьшее и наибольшее значения параметра  $y_k^l$ , обеспечивающие максимальное значение функции принадлежности. Для определения оптимального значения параметра  $y_k^{*l}$ , определяющего степень значимости  $k$ -го мероприятия для  $l$ -го помещения, успешно применяется метод центра тяжести:

$$y_k^{*l} = \frac{\int_0^1 y \cdot \mu_{res}(y_k^l) dy_k^l}{\int_0^1 \mu_{res}(y_k^l) dy_k^l}.$$

Результатом выполнения задачи принятия решений является матрица, элементы которой  $(y_k^{*l}), k = 1, \dots, K, l = 1, \dots, L$  представляют собой степени значимости проведения рассматриваемых мероприятий в обследуемых помещениях. В работе [6] приведена апробация метода принятия решений на основе нечеткого моделирования на примере решения задачи выбора энергосберегающих мероприятий по результатам обследования систем отопления и вентиляции помещений учебного корпуса образовательного учреждения.

Проведенные исследования показывают, что разработанная система информационно-вычислительного обеспечения процесса потребления энергоресурсов позволяет хранить большой объем данных о теплотехническом состоянии зданий, результаты обследования зданий и отдельных помещений, экспертные оценки, связанные с показателями комфорта проживания или работы в обследуемых помещениях. Система обеспечивает

автоматизированное создание отчетов по энергетическому аудиту и формирование энергетического паспорта для зданий и сооружений, оперативное получение данных, предназначенных для текущего, статистического и сравнительного анализа процесса потребления энергетических ресурсов. Методика решения задачи принятия решений на основе нечеткого моделирования позволяет оперативно получать показатели степени значимости мероприятий для обследуемых помещений и способствует планированию мероприятий повышения качества и эффективности теплоснабжения.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Деканова Н.П., Качин А.С., Хан В.В. Программно-аппаратный комплекс диагностики и управления в системе учета энергии // Информационные и математические технологии в науке и управлении. Труды XIV Байкальской Всероссийской конференции «Информационные и математические технологии в науке и управлении». 2009. – Т. 3. – С. 63-67.
2. Babiarz B Reliability assessment of heat supply systems in their operational process RT&A 1 01(16), RT&A # 01 (16) (Vol.1) 2010, March P. 7-14.
3. Kobersi I S, Finaev V I, Almasani S.A., Abdo K.W.A. Control of the Heating System with Fuzzy Logic World Applied Sciences Journal. 2013. - 23(11) P. 1441-1447.
4. Пилипенко В.М., Захаренко А.В. Структурно-функциональное моделирование надежности жилых зданий // Жилищное строительство. 2019. - № 10. С. 24–31. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2019-10-24-31>.
5. Хан П.В. Энергосбережение в Камчатском крае: текущее состояние и перспективы развития // Материалы Регионального энергетического форума в сфере энергосбережения и повышения энергетической эффективности (с международным участием). – 2012. - [http://www.akvobr.ru/forum\\_v\\_sfere\\_energoberezheniya.html](http://www.akvobr.ru/forum_v_sfere_energoberezheniya.html)
6. Хан В.В., Деканова Н.П., Романова Т.А., Шараева С.А. Комплексный анализ эффективности энергосберегающих мероприятий для объектов социальной сферы Восточной Сибири на основе системного подхода // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2017. - Т. 7. - № 1.- С. 84–93.
7. Деканова Н.П., Хан П.В., Осипова Е.А., Богданова В.И., Ступина А.В., Хан В.В. Нечеткая система поддержки принятия решений для энергосбережения в образовательном учреждении. // Информационные и математические технологии в науке и управлении. Научный журнал. №1(9). ИСЭМ СО РАН, 2018. - С 77-86.
8. Опарина Л.А. IDEF0-моделирование жизненного цикла энергоэффективных зданий // Жилищное строительство. 2011. № 11. С. 45–46.
9. Опарина Л.А. Декомпозиция первого уровня функциональной модели жизненного цикла энергоэффективных зданий // Жилищное строительство. 2012. № 1. С. 28–29.

### REFERENCES

1. Dekanova N.P., Kachin A.S., Khan V.V. Programmno-apparatnyy kompleks diagnostiki i upravleniya v sisteme ucheta energii // Informatsionnyye i matematicheskiye tekhnologii v nauke i upravlenii. Trudy XIV Baykal'skoy Vserossiyskoy konferentsii «Informatsionnyye i matematicheskiye tekhnologii v nauke i upravlenii». 2009. – Т. 3. – S. 63-67.
2. Babiarz B Reliability assessment of heat supply systems in their operational process RT&A 1 01(16), RT&A # 01 (16) (Vol.1) 2010, March P. 7-14.
3. Kobersi I S, Finaev V I, Almasani S.A., Abdo K.W.A. Control of the Heating System with Fuzzy Logic World Applied Sciences Journal. 2013. - 23(11) P. 1441-1447.
4. Pilipenko V.M., Zakharenko A.V. Strukturno-funktsional'noye modelirovaniye nadezhnosti zhilykh zdaniy // Zhilishchnoye stroitel'stvo. 2019. - № 10. S. 24–31. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2019-10-24-31>.
5. Khan P.V. Energoberezheniye v Kamchatskom kraye: tekushcheye sostoyaniye i perspektivy razvitiya // Materialy Regional'nogo energeticheskogo foruma v sfere

energoberezheniya i povysheniya energeticheskoy effektivnosti (s mezhdunarodnym uchastiyem). – 2012. - [http://www.akvobr.ru/forum\\_v\\_sfere\\_energoberezheniya.html](http://www.akvobr.ru/forum_v_sfere_energoberezheniya.html)

6. Khan V.V., Dekanova N.P., Romanova T.A., Sharayeva S.A. Kompleksnyy analiz effektivnosti energosberegayushchikh meropriyatiy dlya ob'yektov sotsial'noy sfery Vostochnoy Sibiri na osnove sistemnogo podkhoda // Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost'. 2017. - T. 7. - № 1. - С. 84–93.

7. Dekanova N.P., Khan P.V., Osipova Ye.A., Bogdanova V.I., Stupina A.V., Khan V.V. Nechetkaya sistema podderzhki prinyatiya resheniy dlya energoberezheniya v obrazovatel'nom uchrezhdenii. // Informatsionnyye i matematicheskiye tekhnologii v nauke i upravlenii. Nauchnyy zhurnal. №1(9). ISEM SO RAN, 2018. - С 77-86.

8. Oparina L.A. IDEF0-modelirovaniye zhiznennogo tsikla energoeffektivnykh zdaniy // Zhilishchnoye stroitel'stvo. 2011. № 11. S. 45–46.

9. Oparina L.A. Dekompozitsiya pervogo urovnya funktsional'noy modeli zhiznennogo tsikla energoeffektivnykh zdaniy // Zhilishchnoye stroitel'stvo. 2012. № 1. S. 28–29.

### Информация об авторах

*Нина Петровна Деканова* – д. т. н., профессор, профессор кафедры «Информационные системы и защита информации», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: [dekhan@yandex.ru](mailto:dekhan@yandex.ru)

*Анна Викторовна Ступина* – аспирант кафедры информационных систем и защиты информации Иркутского государственного университета путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: [stupina-a-v@yandex.ru](mailto:stupina-a-v@yandex.ru)

*Вениамин Владимирович Хан* – к. т. н., доцент кафедры «Городское строительство и хозяйство», ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет», г. Иркутск, E-mail: [khanvv51@gmail.com](mailto:khanvv51@gmail.com)

### Authors

*Nina Petrovna Dekanova* Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Information Systems and Information Security of the Irkutsk State Transport University, Irkutsk, E-mail: [dekhan@yandex.ru](mailto:dekhan@yandex.ru)

*Anna Viktorovna Stupina* Graduate student of the Department of Information Systems and Information Security of the Irkutsk State Transport University, Irkutsk, E-mail: [stupina-a-v@yandex.ru](mailto:stupina-a-v@yandex.ru)

*Veniamin Vladimirovich Khan* Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Urban Construction and Economy of the Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, E-mail: [khanvv51@gmail.com](mailto:khanvv51@gmail.com)

### Для цитирования

Деканова Н.П., Ступина А.В., Хан В.В. Информационно-вычислительное обеспечение процесса учета и контроля потребления энергоресурсов // «Информационные технологии и математическое моделирование в управлении сложными системами»: электрон. науч. журн. – 2021. – №2(10). – С. 91-98 – DOI: 10.26731/2658-3704.2021.2(10). 91-98 – Режим доступа: <https://ismm.irkups.ru/toma/210-2021>, свободный.. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ. (дата обращения: 29.04.2021)

### For citations

Dekanova N.P., Stupina A.V., Khan V.V. Functional modeling of the information-analytical system of energy resources management in an educational organization // Informacionnyye tekhnologii i matematicheskoe modelirovanie v upravlenii slozhnymi sistemami: ehlektronnyj nauchnyj zhurnal [Information technology and mathematical modeling in the management of complex systems: electronic scientific journal], 2021. No. 2. P. 91-98. DOI: 10.26731/2658-3704.2021.2(10). 91-98 [Accessed 29/04/21]