

УДК 681.586

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПРЕОБРАЗОВАНИЯ УРАВНЕНИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ К ТЕРМИНАМ ЭНЕРГОИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ЦЕПЕЙ

Д. В. Каширский, К. А. Шумак

Астраханский государственный университет

Астраханский государственный архитектурно-строительный университет

В данной работе разработана базовая архитектура автоматизированной системы выражения уравнений физических эффектов в терминах энергоинформационной модели цепей. Предложена онтологическая модель базы знаний о физико-технических эффектах. Определены свойства для классов онтологии. Также предложен алгоритм вывода уравнений.

Ключевые слова: *физический эффект, энергоинформационная модель цепей, онтология, автоматизированная система, преобразование формул.*

THE COMPUTER-AIDED SYSTEM EQUATION'S REARRANGEMENT OF THE PHYSICAL AND TECHNICAL EFFECTS TO TERMS OF THE ENERGOINFORMATIONAL CHAINS' MODEL

D. V. Kashirskiy, K. A. Shumak

Astrakhan State University

Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering

In this paper, was designed the basic architecture of the automated system of equations expressing the physical effects in terms of energy-model counterparts chains. A model of the ontological knowledge base of physical-technical effect was offered. The properties of the ontology classes were determined. Also, an algorithm for deriving equations was offered.

Keywords: *physical effect of energy-chain model, ontology, the automated system, the transformation formulas.*

Введение

Техническая деятельность, использующая знания о физических эффектах (ФЭ), базируется на представлении их в концептуальных формах. Физическим эффектом называется причинно-следственная связь, отражающая преобразование одной (входной) физической величины в другую (выходную). Сейчас разработано несколько методов по формированию концептуальных моделей знаний в форме ФЭ. Одним из них является метод энергоинформационной модели цепей (ЭИМЦ), разработанный М. Ф. Зариповым и его последователями [1]. ЭИМЦ позволяет перейти к структурно-формализованному описанию процессов в чувствительных элементах датчиков с помощью параметрических структурных схем [2, 3]. Принцип действия любого элемента информационно-измерительных и управляющих систем основан на взаимодействии цепей различной физической природы, которое моделируется в ЭИМЦ с помощью последовательности физико-технических эффектов (ФТЭ) [4]. В процессе генерации инженерных решений, основанных на физических принципах действия (ФПД) и конструкциях датчиков, на этапе концептуального проектирования постоянно возникает необходимость работы с базой ФТЭ, представленных в терминах энергоинформационных моделей цепей

(ЭИМЦ). Основная сложность пользователя подобных информационных систем заключается в том, что ему необходимо не только знать термины и понятия ЭИМЦ, но и уметь переходить от обычных величин к величинам и параметрам ЭИМЦ. Именно от его знаний и опыта существенно зависят качество и эффективность запросов, полнота результатов поиска. Таким образом, поиск по физическим эффектам в базе запатентованных устройств связан с отсутствием формализованного представления связи между обычными физическими величинами и соответствующими физическими эффектами и, как следствие, возникает сложность поиска физических эффектов по требуемому написанию физической формулы.

Одной из отличительных особенностей ЭИМЦ является описание физических процессов внутри каждой цепи однотипными уравнениями с помощью величин и параметров аналогов. Это позволяет автоматизировать процесс синтеза новых технических решений [5], что реализовано в АС «Интеллект» [6]. Однако задание на синтез формулируется в терминологии ЭИМЦ, что сужает круг пользователей системы. Также существует трудоемкая задача заполнения паспорта ФТЭ, связанная с переходом от физической формулы, описывающей эффект, к терминологии ЭИМЦ.

Таким образом задача автоматизации перехода от формул физических эффектов, записанных в классическом виде, к их аналогам в терминах ЭИМЦ является актуальной.

Постановка задачи

Задача построения энергоинформационной модели (ЭИМ) для ФТЭ является трудоемкой, так как для построения модели необходимо составление паспорта ФТЭ, морфологической матрицы [7]. Одним из наиболее времязатратных этапов составления паспорта ФТЭ является этап составления формулы ЭИМЦ, так как для того чтобы привести зависимости между физическими величинами и величинами-аналогами ЭИМ, необходимо выбрать нужную формулу из большого множества имеющихся. Сложность этой задачи вызвана следующими факторами:

- необходимость анализа большого объема данных;
- многоуровневые преобразования уравнений ФТЭ до выражений, записанных при помощи величин-аналогов и параметров-аналогов ЭИМЦ;
- необходимость согласованной работы экспертов по разным областям знаний.

Так как формулы ЭИМЦ являются однотипными, этап их составления можно автоматизировать. В качестве базы знаний о физических формулах и связях между ними предложено использовать онтологию [8].

Применение онтологического подхода

У данного подхода есть ряд преимуществ [9]:

- выход на более высокий уровень абстракции за счет использования преимуществ естественного языка;
- уменьшенное количество объектов, входящих в онтологию, по сравнению с реляционными базами данных, при определении связей между объектами за счет встроенной возможности указания соответствующих обратных свойств при их создании;
- формирование целостного взгляда на предметную область с возможностью восстановить недостающие логические связи во всей их полноте;
- широкая область применения – от научных исследований до обучения и процесса изобретения новых технических решений.

Разработка автоматизированной системы

Разрабатываемую систему можно разбить на три модуля:

- модуль авторизации пользователя в системе;
- модуль CRUD-операций для экземпляров классов системы;
- модуль поиска физических эффектов в БЗ;
- модуль преобразования физических формул в аналоги ЭИМЦ.

Архитектура разработанной автоматизированной системы изображена на рис. 1.

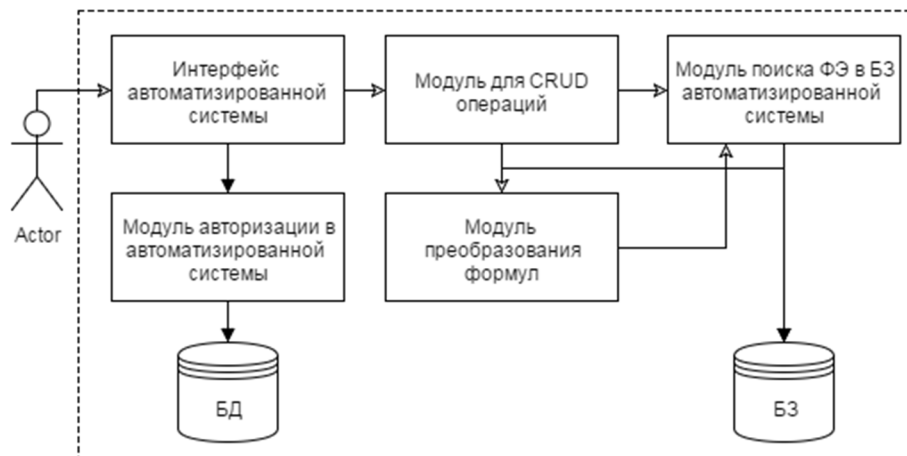


Рис. 1. Архитектура автоматизированной системы

В первом хранилище, обозначенном на схеме как БД, хранятся персональные данные пользователей и данные по работе с системой. Во втором (БЗ) – информация о формулах ФТЭ, величинах и параметрах, содержащихся в них, единицах измерения и связях между ними.

Иерархия классов онтологии отображена на рис. 2.

Для всех экземпляров класса «Единица измерения» могут быть определены свойства, характеризующие полное и краткое обозначение единиц измерения.

Для всех экземпляров потомков класса «Величина» могут быть определены свойства: название величины, формула, в которую входит данная величина, обозначение величины, единица измерения. Последнее свойство может отсутствовать, так как существуют безразмерные величины.

Для класса «Постоянный параметр» добавляется свойство содержащее ее значение, для классов «Физическая величина» и «ЭИМЦ величина» – свойство для определения аналога для данной величины. Для класса «Физическая

величина» возможно определить два свойства, в которых данная величина является величиной воздействия и величиной реакции. Для класса «ЭИМЦ величина» возможно определить свойство, которое характеризует величину, относящуюся к условной группе параметров ЭИМЦ.

Для класса «Физическая формула» потомка «Формула» определены свойства: название физической формулы ФЭ, формула ФЭ, природа ФЭ,

величина входящая в формулу ФЭ, величина воздействия ФЭ, величина реакции ФЭ, аналог формулы ФЭ в терминах ЭИМЦ.

Для класса «ЭИМЦ формула» потомка «Формула» определены свойства: формула ФЭ записанная в терминах ЭИМЦ, формула коэффициента ЭИМЦ, величина, входящая в формулу ФЭ, записанного в терминах ЭИМЦ, аналог формулы из классической физики.

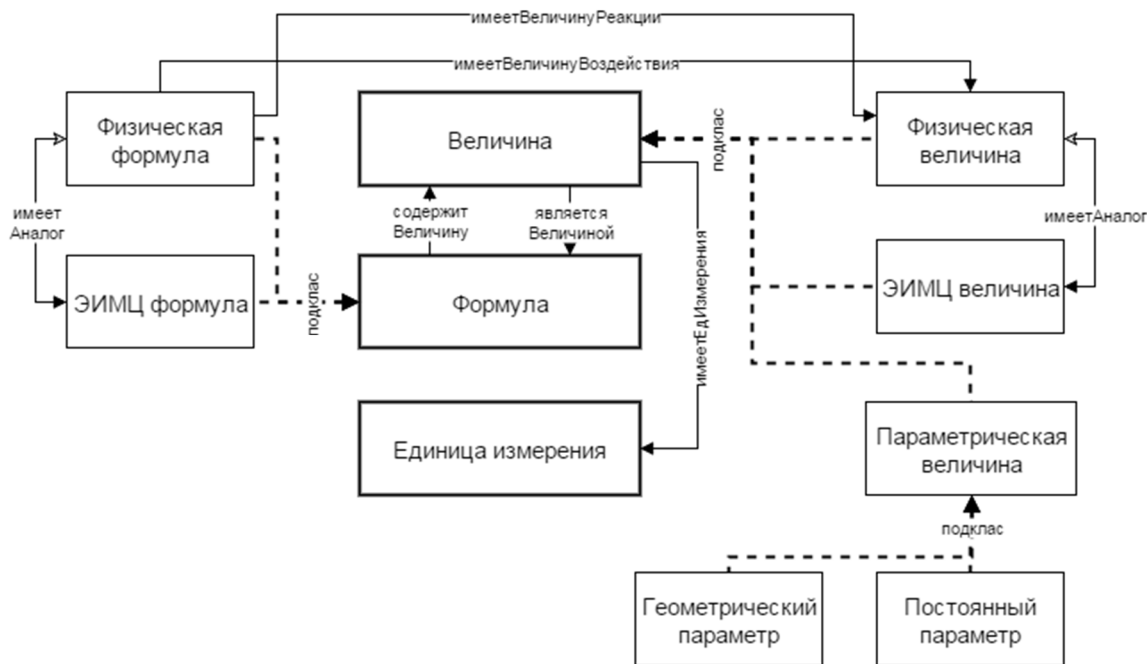


Рис. 2. Иерархия классов онтологии

Методика преобразования формул

Вербальное описание методики преобразования можно представить следующим образом.

1. В формуле выделяются величина воздействия, величина реакции и заменяются на величины-аналоги ЭИМЦ.
2. Проверяется уровень вложенности. Если он не является нулевым, то переходим к п. 3, иначе переходим к п. 6.
3. Находится самая вложенная часть уравнения.
4. Определяется математическая операция, которая стоит перед ней.
5. Раскрываются скобки с учетом математических правил.
6. Просматриваем полученное уравнение на возможность замены переменных на величины-аналоги ЭИМЦ.
7. После из уравнения выделяются оставшиеся физические величины и ищутся физические формулы, в которых они встречаются и которые соответствуют величинам-аналогам ЭИМЦ.
8. Каждая выделенная отдельная величина или их группа заменяется на свой аналог с добавлением оставшихся параметров из найденной

формулы в соответствии с математическими операциями и правилами.

9. После этого к ним добавляют коэффициент и полученное уравнение приравнивают к величине реакции. К коэффициенту относятся все геометрические параметры, а также константы, стоящие при величине реакции и имеющие математические операции, не относящиеся к сложению и вычитанию.

10. На заключительном этапе полученный результат предоставляется эксперту.

Блок-схемы алгоритма представлены на рис. 3 и 4.

Работа алгоритма рассмотрена на примере эффекта зависимости электрического сопротивления от температуры [10]. Он выражается формулой:

$$R = R_0 \cdot (1 + a \cdot (t - t_0))$$

где $t - t_0$ – величина воздействия, R – величина реакции. Им соответствуют следующие значения в ЭИМ:

$$R \rightarrow Rэ$$

$$(t - t_0) \rightarrow U_t$$

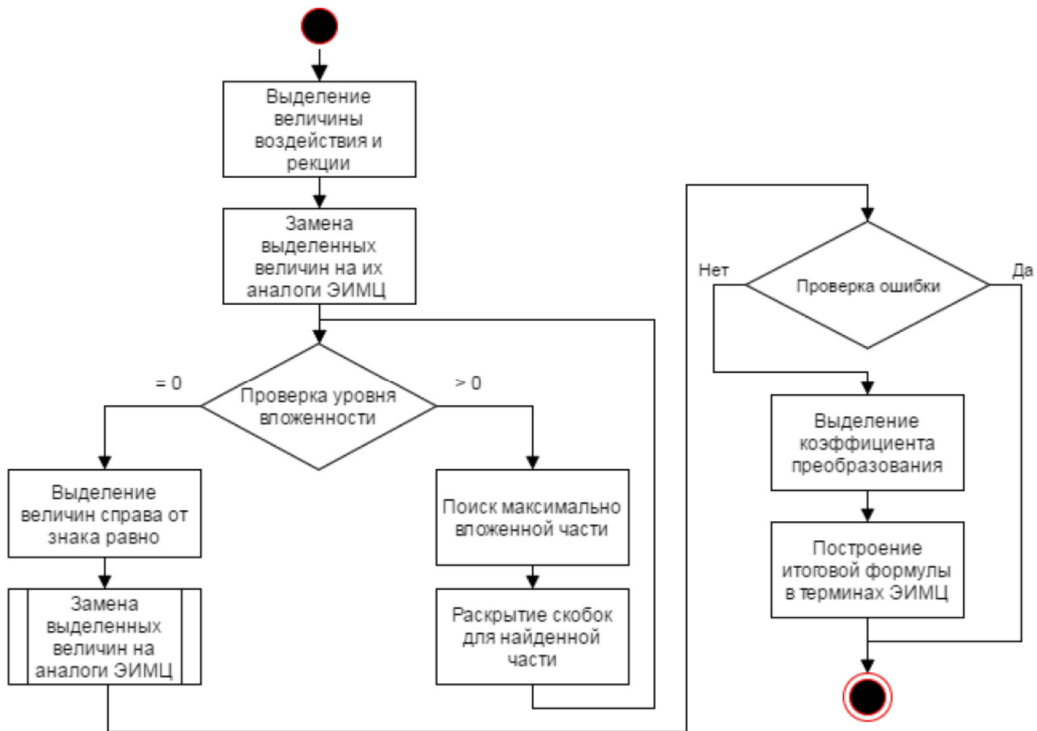


Рис. 3. Блок-схема алгоритма преобразования формул

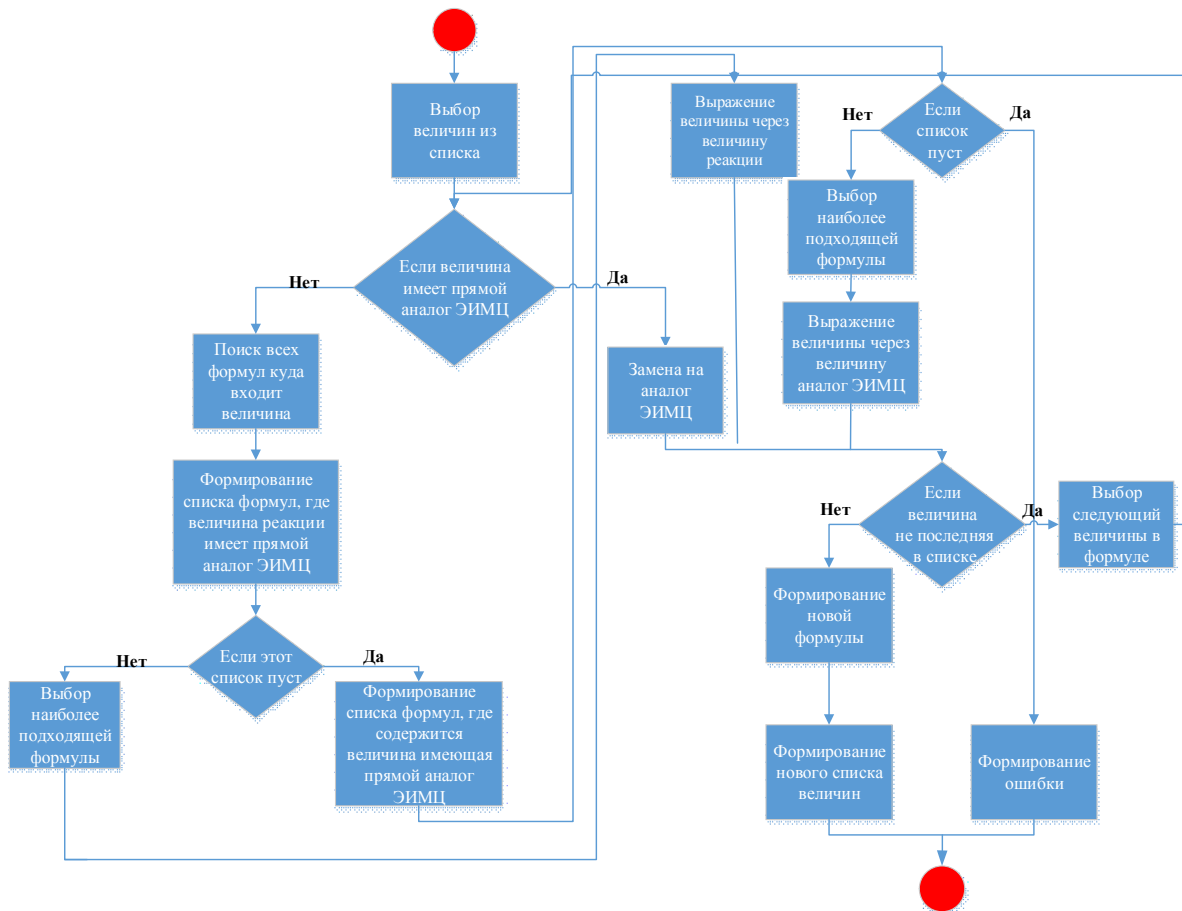


Рис. 4. Блок-схема алгоритма замены на аналоги ЭИМЦ

После замены величин воздействия и реакции формула принимает следующий вид:

$$R_s = R_0 \cdot (1 + a \cdot U_t)$$

Проверка уровня вложенности дает информацию о его равенстве единице. Вид уравнения с учетом раскрытия скобок:

$$R_s = R_0 + a \cdot U_t + R_0$$

Просмотр формулы не дал возможности заменить ни одну величину на ее аналог ЭИМ. R_0 и a являются физическими константами, не требующими замены на аналоги.

Для выделения коэффициента берутся все параметры при величине реакции

$$K_s = R_0 \cdot a$$

Вид итоговой формулы.

$$R_s = R_0 + U + K_s$$

Заключение

1. Разработана онтология для описания физических эффектов и преобразования их в величины-аналоги и параметры-аналоги ЭИМЦ. Она позволит пользователю автоматизированной системы поддержки инженерного творчества формулировать задание на синтез в терминах стандартных физических величин для цепей различной физической природы. При этом формулировка задания может быть достаточно гибкой, а пользователь может не знать взаимосвязи между задаваемой им физической величиной и величиной ЭИМЦ.

2. Предложена авторская методика автоматизированного преобразования физических формул в их аналоги, выраженные в терминах ЭИМЦ и описывающие ФТЭ.

Список литературы

1. Зарипов М. Ф., Зайнуллин Н. Р., Петрова И. Ю. Энергоинформационный метод научно-технического творчества : учеб.-метод. пособие. М. : ВНИИПИ, 1988. 124 с.
2. Камаев В. А., Яковлев А. А. Моделирование физических принципов действия и формирование множеств технических решений преобразователей энергии // Информационные технологии. 2006. № 1. С. 2–8.
3. Zaripov M., Petrova I., Zaripova V. Project of creation of knowledge base on physical and technological effects // Joint IMEKO TC-1 & XXXIV MKM Conference Education in Measurements and Instrumentation – Challenges of New Technologies 2002, Proceedings of TC-1 Symposium. 2002. Vol. 1. P. 171–176.
4. Петрова И. Ю., Зарипова В. М., Лежнина Ю. А. Датчики для информационно-измерительных и управляющих систем интеллектуальных зданий // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2014. № 1 (7). С. 113–120.
5. Зарипова В. М., Петрова И. Ю. Модель развития средств автоматизации инновационных процессов (COMPUTER AIDED INNOVATION – CAI) // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2012. № 3. С. 111–130.
6. Зарипова В. М., Петрова И. Ю., Цырульников Е. С. Классификация автоматизированных систем поддержки инновационных процессов на предприятии (COMPUTER AIDED INNOVATION – CAI) // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2012. № 1. С. 26–35.
7. Зарипов М. Ф., Петрова И. Ю. Морфологический анализ и синтез чувствительных элементов систем управления // Датчики и системы. 2002. № 5. С. 10–14.
8. Зарипова В. М., Петрова И. Ю. Онтологическая база знаний по физико-техническим эффектам // Перспективы развития строительного комплекса. 2013. Т. 1. С. 188–194.
9. Зарипова В. М., Петрова И. Ю., Лежнина Ю. А., Фабер Е. Н. Онтологическая база знаний по физико-техническим эффектам для автоматизации технологических процессов // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. 2015. № 4. С. 47–56.
10. Проектирование элементов информационно-измерительных и управляющих систем для интеллектуальных зданий / Д. П. Ануфриев, В. М. Зарипова, Ю. А. Лежнина, О. М. Шикунская, Т. В. Хоменко, И. Ю. Петрова. Астрахань, 2015.

© Д. В. Каширский, К. А. Шумак

Ссылка для цитирования:

Каширский Д. В., Шумак К. А. Автоматизированная система преобразования уравнений физико-технических эффектов к терминам энергоинформационной модели цепей // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2016. № 1–2 (15–16). С. 102–106.

УДК 624.042.3:621.87

ВНЕДРЕНИЕ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА ОДНОЭТАЖНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ЗДАНИЯ С МОСТОВЫМИ КРАНАМИ В ПРОГРАММНО-РАСЧЕТНЫЕ КОМПЛЕКСЫ, РЕАЛИЗУЮЩИЕ МЕТОД КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ Т. В. Золина, Ю. В. Золин

Астраханский государственный архитектурно-строительный университет

На основе теоретических и экспериментальных исследований разработан аналитический аппарат по оценке и прогнозированию напряженно-деформированного состояния конструктивных элементов одноэтажных промышленных зданий с мостовыми кранами с учетом случайных факторов различных воздействий и корректировки матрицы жесткости в зависимости от изменения смещений в расчетных точках каркаса в процессе эксплуатации здания. Результаты, полученные в ходе настоящего исследования, могут быть использованы в ряде существующих программно-расчетных комплексов, построенных на использовании метода конечных элементов и интенсивно применяемых в современной практике проектных работ. Для возможности реализации разработанного комплекса методик в среде SCAD построен алгоритм его адаптации. В качестве