

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»
Администрация Правительства Кузбасса
Администрация г. Новокузнецка
Институт проблем управления им. Трапезникова РАН
Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН
АНО «Научно-образовательный центр «Кузбасс»**

**СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ
(в образовании, науке и производстве)
AS' 2022**

**ТРУДЫ ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО–ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ
(с международным участием)**

15-16 декабря 2022 г.

**Новокузнецк
2022**

УДК 658.011.56
С 409

Редакционная коллегия:

д.т.н., проф. В.В. Зимин (ответственный редактор),
д.т.н., проф. С.М. Кулаков, д.т.н., проф. В.Ю. Островляничик,
д.т.н., проф. Л.Д. Павлова, д.т.н., доц. И.А. Рыбенко,
к.т.н., доц. В.И. Кожемяченко (технический редактор).

С 409 Системы автоматизации (в образовании, науке и производстве) AS'2022: труды Всероссийской научно–практической конференции (с международным участием), 15-16 декабря 2022 г. / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Сибирский государственный индустриальный университет ; под общ. ред. В.В. Зимина. – Новокузнецк : Издательский центр СибГИУ, 2022. – 632 с.

ISBN 978-5-7806-0583-6

Труды конференции посвящены научным и практическим вопросам в области современных систем автоматизации и информатизации учебных, исследовательских и производственных процессов. Представлены результаты исследования, разработки и внедрения методического, математического, программного, технического и организационного обеспечения систем автоматизации и информационно-управляющих систем в различных сферах деятельности.

Сборник трудов ориентирован на широкий круг исследователей, научных работников, инженерно-технический персонал предприятий и научно-исследовательских лабораторий, преподавателей вузов, аспирантов и обучающихся по программам бакалавриата и магистратуры.

УДК 658.011.56

© Сибирский государственный
индустриальный университет, 2022

СОДЕРЖАНИЕ

ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

Спирин Н.А., Лавров В.В., Павлов А.В., Гурин И.А., Федотов Г.А.

Интегрированная автоматизированная информационно-моделирующая система анализа и прогнозирования параметров работы комплекса доменных печей 3

Бурков В.Н., Буркова И.В.

Метод сетевого программирования в задачах управления 9

Жилина Н.М., Чеченин Г.И., Херасков В.Ю.

Медицинская демография в сравнении показателей России и Новокузнецка..... 15

Кизилов С.А., Баловнев Е.А., Черкасов П.В., Никитенко М.С., Худогов Д.Ю., Попова Я.В.

Подходы к автоматизированной оценке объема и состава горной массы в процессе выпуска угля на забойный конвейер 20

Поползин И.Ю., Маршев Д.А.

Анализ режимов работы электропривода подъемной установки, построенного на основе машины двойного питания 25

СЕКЦИЯ 1. Системы автоматизации производственного, исследовательского и учебного назначения

Спирин Н.А., Федотов Г.А., Истомин А.С., Щипанов К.А.

Количественные критерии и алгоритмы расчета для оценки диагностики режима работы доменной печи 32

Темнохутов Д.Р., Кулаков С.М.

О формировании оптимальных раскройных планов на участке отделки 25-метровых рельсов..... 37

Трофимов В.Б.

Распознавание состояния доменной плавки на основе нейросетевых технологий 42

Саидмуродов Б.Р., Лавров В.В., Гурин И.А.

Проектирование и программная реализация интеллектуальной системы анализа температуры холодильников системы охлаждения доменной печи 56

Лавров В.В., Гурин И.А., Спирин Н.А.

Применение в образовательной деятельности гибкой методологии разработки программного обеспечения информационных систем..... 61

Сулимова А.А., Симилова А.А., Чичерин И.В.

Программно-аппаратный комплекс автоматизированной системы управления радиальным сгустителем на основе концепции пространства состояний и вейвлет-преобразований при неполной информации о технологических параметрах..... 68

Койнов Р.С., Кулаков С.М., Тараборина Е.Н.

О разработке моделирующего комплекса для исследования эффективности механизмов прецедентного управления 74

<i>Четвертков Е.В., Кораблина Т.В.</i>	
Разработка продукционной модели представления знаний системы поддержки принятия решений для формирования учебной нагрузки кафедры.....	476
<i>Бабушкина О.С., Калашиников С.Н.</i>	
Разработка теоретических основ для управления улично-дорожной сетью с целью оптимизации движения транспортного потока.....	480
<i>Власенко А.Е., Жилина Н.М., Ренге Л.В.</i>	
Информационная система поддержки принятия решений для охраны репродуктивного здоровья	487
<i>Баркалов С.А., Бекирова О.Н., Вторникова Я.А.</i>	
Определение оптимального состава парка и типа машин с применением современных экономико-математических моделей	491
<i>Крестелев Д.А., Панкова И.И., Койнов Р.С., Исаев В.В.</i>	
Разработка сервиса «Ментор Федеральной налоговой службы России».....	494
<i>Нинидзе Д.Л., Усов А.Б.</i>	
Автоматизация внедрения инноваций на предприятии	499
<i>Поповян Н.О., Усов А.Б.</i>	
Аналитический блок автоматической системы поддержки решений управления строительной компанией	506
<i>Рыбка А.Д., Пестунов А.И., Белов В.М.</i>	
Сравнительный анализ устройств контроля перемещений в производственных помещениях	513
<i>Рыленков Д.А., Калашиников С.Н.</i>	
Разработка концепции управления доступом к информационным ресурсам предприятия на основе моделирования бизнес-процессов	517
<i>Васянин А.К., Калашиников С.Н.</i>	
Подходы к управлению распределением подвижного состава операторских компаний на железнодорожном транспорте	521
<i>Решицько М.А.</i>	
Информационно-аналитическая система управления потреблением водных ресурсов в регионах	524
<i>Каиркенов Х.К., Зимин А.В.</i>	
О проблемах, факторах успеха и рисках управления программами развития	528
<i>Курмаз Д.А., Киселёва Т.В.</i>	
Анализ недостатков в существующих системах регулирования дорожного движения	533
<i>Кравцов М.С., Усов А.Б.</i>	
Моделирование деятельности предприятия по разработке программного обеспечения для медицинских учреждений	536
<i>Бычков К.В., Кузьмин Д.Е., Блинов Р.В.</i>	
Сравнение функционального и объектно-ориентированного программирования в наукоёмких технологиях	542

РАЗРАБОТКА ПРОДУКЦИОННОЙ МОДЕЛИ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЗНАНИЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ УЧЕБНОЙ НАГРУЗКИ КАФЕДРЫ

Четвертков Е.В., Кораблина Т.В.

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»
г. Новокузнецк, Россия, egorchetvertkov@list.ru

Аннотация. В статье рассматривается разработка языка продукционной модели представления знаний в контексте системы поддержки принятия решений. Язык включает основные математические и логические операции. Для преобразования строкового литерала в команду строится абстрактное синтаксическое дерево. Программная реализация выполняется на языке программирования C#.

Ключевые слова: СППР, продукционная модель представления знаний, язык программирования, абстрактное синтаксическое дерево, учебная нагрузка кафедры.

Abstract. The article deals with the development of a language for a production model of knowledge representation in the context of a decision support system. The language includes basic mathematical operations and logical operations. An abstract syntax tree is built to convert a string literal into a command. The software implementation is performed in the C# programming language.

Keywords: DSS, production model of knowledge representation, programming language, AST, teaching load of the department.

Продукционная модель знаний представляет собой набор некоторых правил, каждое из которых задается в виде символьной конструкции: ЕСЛИ <условие> ТО <действие 0> [ИНАЧЕ <действие 1>]. Каждое правило имеет уникальное имя в базе знаний, которое называется спецификацией правила, а само выражение – ядром [1].

Ядро правила содержит набор служебных слов, логических и математических операторов, а также константных и переменных значений. Условие должно принимать значение «истина» или «ложь», а в качестве действия может выступать как какое-либо константное или переменное рассчитываемое значение, так и другое правило.

Достоинства продукционной модели заключается в близости продукции к логическим импликациям и, следовательно, стиль мышления человека-эксперта легко ложиться на подобное представление знаний в базе знаний [2].

К основному недостатку подобной модели относят сложность организации большой базы знаний, которая будет хранить несколько тысяч правил. В такой системе возникают сложности с проверкой правильности заполнения правил, полноты и непротиворечивости базы знаний [2], а также ухудшаются временные показатели логического вывода.

Ежегодно в университете при подготовке к новому учебному году ученым секретарем производится расчет учебной нагрузки, закрепленной за кафедрой, который включает в себя все виды контактной работы преподавателя и контроля самостоятельной работы обучающихся. При этом необходимо учитывать нормы нагрузки преподавателей в зависимости от занимаемой должности, наличия ученого звания и ученой степени, штатный сотрудник или совместитель. Также объем нагрузки кафедры и штатное расписание зависит от количества реализуемых основных образовательных программ, контингента обучающихся и ряда других факторов. Для разработки системы поддержки принятия решений ученого секретаря кафедры при расчете нагрузки преподавателей и формировании штатного расписания можно использовать продукционную модель представления знаний.

В разрабатываемой системе указанные недостатки продукционной модели знаний нивелируются следующими положениями:

- для расчета значения нормы учебной нагрузки может быть сформировано одно и только одно правило;

- для расчета значения нагрузки по конкретному виду учебной деятельности используется одно и только одно правило;

– ограничения, задаваемые на виды учебной нагрузки, задаются одним и только одним правилом для каждой должности;

– ограничения, задаваемые на ведение дисциплин у различных уровней образования, задаются одним и только одним правилом для каждой должности.

Подобные ограничения позволяют минимизировать количество правил в базе знаний, обеспечить полноту, так как каждому параметру будет присвоено правило, благодаря этому правила не пересекаются и обеспечивается непротиворечивость базы знаний.

В контексте разработки системы поддержки принятия решений ученого секретаря кафедры при расчете нагрузки преподавателей и формировании штатного расписания кафедры важно понимать, что общие правила задаются на уровне университета приказом ректора и действуют для всех институтов и кафедр. В то же время у ученого секретаря должна быть возможность в особых случаях вносить корректировки в нормы нагрузки для конкретных преподавателей.

Таким образом, в разрабатываемой системе предполагается два уровня правил – общеуниверситетские и локальные, характерные только для конкретной кафедры. Локальные правила лишены сложной структуры и предполагают задание нормы учебной нагрузки отдельных преподавателей в ручном режиме.

На уровне контейнер-диаграммы модели C4 [3] разрабатываемую систему можно представить, как показано на рисунке 1.

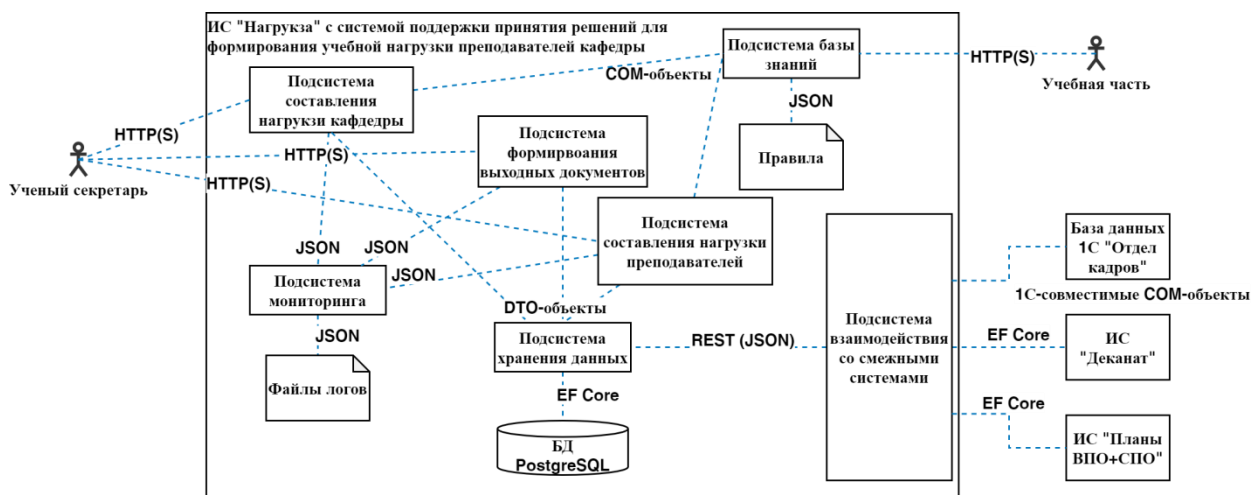


Рисунок 1 – Контейнер-диаграмма разрабатываемой системы в нотации C4

На контейнер-диаграмме приведены модули разрабатываемой системы и их взаимодействие на уровне программных интерфейсов. Подсистема базы знаний заполняется учебной частью и ученым секретарем кафедры посредством взаимодействия с подсистемой составления нагрузки кафедры. Правила сохраняются в файле в формате JSON и используются в подсистеме составления нагрузки преподавателей.

Помимо взаимодействия с базой знаний подсистема составления нагрузки преподавателей связана с подсистемой хранения данных, которая заполняется в полуавтоматическом режиме с привлечением данных из смежных систем через подсистему взаимодействия со смежными системами.

Подсистема хранения данных также содержит информацию из подсистем составления нагрузки кафедры и формирования выходных документов. Хранение данных осуществляется с использованием СУБД PostgreSQL.

Для записи логов в информационной системе используется подсистема мониторинга. Логи сохраняются в формате JSON.

Обмен между подсистемами происходит в одном из следующих форматов:

– API на основе REST и HTTP(S)-запросов;

- объекты на языке программирования C# в формате COM и DTO;
- объекты сериализованные в JSON-строки;
- механизм передачи данных EF Core.

База знаний в своей основе содержит продукционную модель представления знаний. Для ее наполнения пользователь задает инструкции в текстовом формате. Наиболее известным способом преобразования текста в исполняемые команды является построение, так называемого, абстрактного синтаксического дерева (AST).

Для построения AST необходимо произвести лексический и синтаксический разбор выражения. Эти функции выполняются специальными компонентами – лексер и парсер. Лексер предназначен для лексического разбора выражения, определения и выделения токенов, обработки неизвестных лексем, формирования последовательности известных лексем и передачи их парсеру. На этом же этапе проверяется корректность заполнения переменных.

Парсер осуществляет синтаксический разбор выражения. Из последовательности токенов он пытается построить корректное абстрактное синтаксическое дерево. При парсинге учитываются баланс скобок, правильность построения математических и логических выражений. В случае, если переданное выражение не является синтаксически верным и невозможно построить корректное AST будет возвращена ошибка с указанием токена, который невозможно использовать.

После того как будет построено корректное дерево, оно сохраняется в базе знаний. Правила хранятся в базе знаний в формате JSON-строки, поэтому предварительно дерево необходимо сериализовать, т.е. конвертировать в JSON формат.

Правила извлекаются из базы знаний при запросе и передаются в «решатель», где преобразуются обратно в дерево путем десериализации. «Решатель» с учетом значений переменных контекста определяет и возвращает значение того или иного параметра в подсистему составления нагрузки преподавателей, где на ее основе принимается решение о назначении еще одного вида нагрузки.

На рисунке 2 приведена компонент-диаграмма, описывающая подсистему базы знаний.



Рисунок 2 – Компонент-диаграмма подсистемы базы знаний в нотации C4

Так как правила всегда содержат условную конструкцию, можно облегчить работу составителя базы знаний и сформировать удобный графический конструктор (рисунки 3-4).

Директор института

ЕСЛИ

УСЛОВИЕ0

ТО

ВЫРАЖЕНИЕ

▼

ДЕЙСТВИЕ0

ИНАЧЕ

УСЛОВИЕ

▼

ЕСЛИ

УСЛОВИЕ1

ТО

ВЫРАЖЕНИЕ

▼

ДЕЙСТВИЕ1

ИНАЧЕ

ВЫРАЖЕНИЕ

▼

ДЕЙСТВИЕ2

Преподаватель

ЕСЛИ

УСЛОВИЕ0

ТО

ВЫРАЖЕНИЕ

▼

ДЕЙСТВИЕ0

ИНАЧЕ

НЕТ

▼

Рисунок 3 – Фрагмент макета графического пользовательского интерфейса. Правила расчета нагрузки по должностям

ДОЛЖНОСТЬ ▼

УРОВЕНЬ ОБРАЗОВАНИЯ ▼

ФОРМА ОБРАЗОВАНИЯ ▼

☐
Лекции

☐
Лабораторные занятия

☐
Практические занятия

☐
КСР

☐
Консультации

☐
Зачеты

☐
Экзамены

☐
Курсовые проекты/работы

☐
Учебная, производственная практика, НИР

☐
ВКР

Рисунок 4 – Фрагмент макета графического пользовательского интерфейса. Правила, ограничивающие занимаемые виды учебной деятельности

Для расчета максимальной учебной нагрузки преподавателей по занимаемым должностям, наличию ученой степени и ученого звания используются явные блоки условных конструкций. В поле условия вводится выражение, которое при значении «истина» будет приводить в ветку «ТО», в противном случае в ветку «ИНАЧЕ». «ТО» и «ИНАЧЕ» могут представлять собой как выражения, так и другие условные конструкции (рисунок 3). Помимо этого, «ИНАЧЕ» может быть пустым, это справедливо для тех случаев, когда с помощью конструктора необходимо задать константное значение, например, преподаватель имеет норму нагрузки 900 часов, тогда для него в пункт «УСЛОВИЕ0» записывается любое истинное выражение, либо любое положительное число, а в пункте «ДЕЙСТВИЕ0» указывается значение 900.

Для формирования доступных видов учебной нагрузки преподавателя в соответствии с занимаемой должностью наиболее оптимальным будет использование возможности выбора доступных видов учебной нагрузки не заданием их с помощью текстовых правил, а выбором из списка, как показано на рисунке 4. После формирования такого списка система сама преобразует его в правило и занесет в базу знаний.

На данный момент разработаны и протестированы модули лексического и синтаксического анализа и модуль «решателя» с консольным пользовательским интерфейсом. Предстоит работа по разработке графического пользовательского интерфейса, модуля сериализации-десериализации и самого хранилища правил, а также модуля формирования контекста.

Кроме того, необходимо разработать и представленные на контейнер-диаграмме модули и подсистемы.

Библиографический список

1. Косарев Н.И. Продукционная модель представления знаний в системах поддержки принятия решения // Вестник Сибирского юридического института МВД России. - 2013. - №2 (13). - С. 136-140.
2. Иванов А.С. Модель представления продукционных баз знаний на ЭВМ // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Математика. Механика. Информатика. - 2007. - №7 (1). - С. 83-88.
3. The C4 model for visualising software architecture // C4model URL: <https://c4model.com/> (дата обращения: 18.10.2022).

УДК 656.11

РАЗРАБОТКА ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТЬЮ С ЦЕЛЬЮ ОПТИМИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА

Бабушкина О.С., Калашников С.Н.

*ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»
г. Новокузнецк, Россия, babushkina.olga51999@gmail.com*

Аннотация. Цель статьи заключается в разработке теоретических основ для управления улично-дорожной сетью с целью оптимизации динамических параметров функционирования объектов транспортной инфраструктуры города Новокузнецка на базе существующих подходов к имитационному моделированию комплексных многоагентных систем и возможностей их совместного использования, а также адаптации разработанной модели улично-дорожной сети к условиям движения транспортного потока с помощью глобальной навигационной спутниковой системы. В работе предложен комплекс мероприятий для решения постоянно растущих проблем дорожного движения на основе анализа сложных ситуаций на автодорогах.