

Министерство образования и науки Российской Федерации
Российская академия наук
Российский фонд фундаментальных исследований
АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор»
Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН
Институт проблем механики им. А. Ю. Ишлинского РАН
Южный федеральный университет
Научно-исследовательский институт многопроцессорных вычислительных систем
им. академика А. В. Каляева Южного федерального университета
Российская Ассоциация искусственного интеллекта
Научный совет РАН по мехатронике и робототехнике
Научный совет РАН по комплексным проблемам управления и автоматизации

ДЕСЯТАЯ ВСЕРОССИЙСКАЯ МУЛЬТИКОНФЕРЕНЦИЯ ПО ПРОБЛЕМАМ УПРАВЛЕНИЯ

МКПУ-2017

**Материалы
10-й Всероссийской мультиконференции
(с. Дивноморское, Геленджик, Россия,
11–16 сентября 2017 г.)**

ТОМ 1

Ростов-на-Дону – Таганрог
Издательство Южного федерального университета
2017

УДК 004.8(063)
ББК 32.973я43
Д377

Издание осуществлено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект № 17-08-20458-г.

Редакционная коллегия:

академик РАН И. А. Каляев – ответственный редактор;
академик РАН В. Г. Пешехонов; академик РАН С. Н. Васильев;
член-корреспондент РАН Д. А. Новиков; академик РАН Ф. Л. Черноусько;
д-р техн. наук О. П. Кузнецов; д-р техн. наук Н. Ф. Филимонов;
канд. техн. наук Д. А. Губанов; д-р техн. наук И. Л. Ермолов;
канд. техн. наук А. П. Кухаренко

Д377 **Десятая Всероссийская мультikonференция по проблемам управления** : материалы 10-й Всероссийской мультikonференции (с. Дивноморское, Геленджик, Россия, 11–16 сентября 2017 г.) : в 3 т. / [редкол.: И. А. Каляев (отв. ред.) и др.]. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2017.

ISBN 978-5-9275-2461-7

Т. 1. – 224 с.

ISBN 978-5-9275-2462-4 (Т. 1)

В первом томе материалов Десятой Всероссийской мультikonференции по проблемам управления (МКПУ-2017) представлены тезисы докладов локальной научно-технической конференции «Модели, методы и технологии интеллектуального управления» (ИУ-2017).

М $\frac{2404000000}{БКО(03) - 2017}$ без объявл.

ISBN 978-5-9275-2462-4 (Т. 1)

ISBN 978-5-9275-2461-7

УДК 004.8(063)

ББК 32.973я43

© Составление. Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН, 2017

© Составление, оформление. Научно-исследовательский институт многопроцессорных вычислительных систем им. академика А. В. Каляева Южного федерального университета, 2017

СОДЕРЖАНИЕ

**Локальная научно-техническая конференция
«Модели, методы и технологии
интеллектуального управления» (ИУ-2017)**

РАЗДЕЛ 1. ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМ

<i>Аваков С.М., Дедков А.И., Дудкин А.А., Инютин А.В., Титко Д.С., Шоломицкий В.Г.</i> МЕТОДИКА СЕГМЕНТАЦИИ СИЛЬНО ИСКАЖЕННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ЭКСПЕРТОМ.....	12
<i>Алексеев А.А.</i> НЕЙРОСЕТЕВОЙ МЕТОД АНАЛИЗА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ТРЕХМЕРНОЙ РЕКОНСТРУКЦИИ ОБЪЕКТА.....	14
<i>Артемова Д.С., Виноградов Д.В.</i> СРАВНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОЕЦИРОВАНИЯ НА АФФИННОЕ ПОДПРОСТРАНСТВО.....	17
<i>Афанасьев А.Н., Войт Н.Н.</i> АВТОМАТНАЯ ВРЕМЕННАЯ ГРАММАТИКА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ОБЪЕКТАМИ КИБЕРФИЗИЧЕСКИХ СИСТЕМ.....	20
<i>Афанасьев А.Н., Войт Н.Н., Канев Д.С.</i> РАЗРАБОТКА ПРАВИЛ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ ДЕЙСТВИЙ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ В ТРЕНАЖЕРНЫХ СИСТЕМАХ.....	23
<i>Белозеров А.А., Вахлаков Д.В., Мельников С.Ю., Пересыпкин В.А., Скавинская Д.В.</i> О РЕАЛИЗАЦИИ ЭВОЛЮЦИОННЫХ МЕТОДОВ ДИСКРЕТНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ДЛЯ КОРРЕКЦИИ ИСКАЖЕННЫХ ТЕКСТОВ.....	26
<i>Бельтюков А.П.</i> ДЕДУКТИВНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕШЕНИЙ КОНСТРУКТИВНЫХ ЗАДАЧ И ИХ ПОДДЕРЖКИ.....	30
<i>Блюмин С.Л., Галкин А.В. Сараев П.В.</i> ФОРМАЛИЗАЦИЯ КРИТЕРИЕВ КАЧЕСТВА МАТЕМАТИЧЕСКОГО РЕМОДЕЛИРОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ.....	33
<i>Большаков А.А., Кулик А.А., Сергушов И.В., Скрипаль Е.Н.</i> МЕТОД ОЦЕНКИ УГРОЗЫ АВИАЦИОННОГО ПРОИСШЕСТВИЯ НА БАЗЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА.....	36

Бурдо Г.Б., Палюх Б.В., Рыков С.П. ИНТЕГРИРОВАННЫЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ	39
Бутенков С.А. МЕТОДОЛОГИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ГРАНУЛЯЦИИ КАК РАЗНОВИДНОСТЬ МЯГКИХ ВЫЧИСЛЕНИЙ	42
Васильев С.Н., Галяев А.А., Гурьев Ю.В., Максимов Н.М., Перцев В.В., Якушенко Е.И. ОБЕСПЕЧЕНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ СКРЫТНОСТЬЮ ПОДВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ: ИСТОРИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ	45
Виноградов Д.В. О НАДЕЖНОМ ПРЕДСКАЗАНИИ ВКФ-ГИПОТЕЗАМИ	48
Вятчин Д.А., Дудкин А.А. ОБ ИЕРАРХИЧЕСКОМ ПРЕДСТАВЛЕНИИ СТРУКТУРЫ ПРИЗНАКОВОГО ПРОСТРАНСТВА ИССЛЕДУЕМОЙ СОВОКУПНОСТИ ПОСРЕДСТВОМ ЭВРИСТИЧЕСКОЙ ВОЗМОЖНОСТНОЙ КЛАСТЕРИЗАЦИИ	51
Гусакова С.М. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВ СХОДСТВА В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ДСМ-СИСТЕМАХ	54
Евсютин О.О., Мещеряков Р.В., Шумская О.О. СТЕГОАНАЛИЗ ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАИВНОГО БАЙЕСОВСКОГО КЛАССИФИКАТОРА	56
Забезжайло М.И. О НЕКОТОРЫХ «УЗКИХ МЕСТАХ» СОВРЕМЕННОГО МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ	59
Зиновьев В.В., Бельтюков А.П., Бартнев О.А. ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЕЙ	62
Зуенко А.А. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ УДОВЛЕТВОРЕНИЯ ОГРАНИЧЕНИЙ ПРИ ОЦЕНКЕ РИСКОВ В СТРУКТУРНО-СЛОЖНЫХ СИСТЕМАХ	64
Кривша В.В., Кривша Н.С. РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ГРАНУЛЯЦИИ МНОГОМЕРНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ	67
Кузнецов О.П., Жиликова Л.Ю. НОВЫЙ ПОДХОД К МОДЕЛИРОВАНИЮ ЕСТЕСТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СИСТЕМ	70

Мельников С.Ю., Пересыпкин В.А., Скавинская Д.В. О ПОДХОДЕ К КОРРЕКЦИИ ИСКАЖЕННЫХ ТЕКСТОВ НА ОСНОВЕ ЭВОЛЮЦИОННЫХ МЕТОДОВ ДИСКРЕТНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ.....	73
Микони С.В., Соколов Б.В., Юсупов Р.М. О КВАЛИМЕТРИИ МОДЕЛЕЙ СИСТЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА.....	79
Михеенкова М.А., Финн В.К. ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В УПРАВЛЕНИИ.....	84
Николенко А.Б. О ПОСТРОЕНИИ ИТЕРАЦИОННЫХ ПРОГРАММ ПО ЛОГИЧЕСКИМ ВЫВОДАМ.....	87
Парфенова М.Я. ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УРОВНЯ ФОРМИРУЕМЫХ ВАРИАНТОВ СТРАТЕГИЧЕСКОГО ИТ-ПРОФИЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОЙ МОДЕЛИ.....	90
Сапаров А.Ю. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ЗАПИСИ РУКОПИСНЫХ ТЕКСТОВ В РАСТРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ.....	93
Сараев П.В., Галкин А.В., Погодаев А.К. ОБРАБОТКА ДАННЫХ С ИНТЕРВАЛЬНОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬЮ В ЗАДАЧАХ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ.....	96
Сметанин Ю.М., Сметанина Л.П. ВЕРИФИКАЦИЯ СЛЕДОВАНИЯ В НЕКЛАССИЧЕСКОЙ ПРОПОЗИЦИОНАЛЬНОЙ МНОГОЗНАЧНОЙ ЛОГИКЕ.....	99
Урбанович Д.В. ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОТОКОВЫХ ДАННЫХ.....	102
Федоров А.В., Барсуков Н.Д., Шкодырев В.П., Арсеньев Д.Г. ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ПОМОЩИ ВОДИТЕЛЮ НА ОСНОВЕ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ, МЕТОДОВ ОБНАРУЖЕНИЯ ОСОБЫХ ТОЧЕК НА ИЗОБРАЖЕНИИ И КЛАСТЕРИЗАЦИИ.....	103
Фомин И.С., Громошинский Д.А., Бахшиев А.В. ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ГЛУБОКИХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ В ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ, НАВИГАЦИИ И СТЫКОВКИ.....	106

Чистякова Т.Б., Тетерин М.А.

АРХИТЕКТУРА ГИБРИДНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО
АНАЛИЗА БОЛЬШИХ ДАННЫХ И УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ
ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ 109

Янковская А.Е., Дементьев Ю.Н., Ляпунов Д.Ю., Ямианов А.В.

КОГНИТИВНЫЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ
ОБУЧАЮЩЕЕ-ТЕСТИРУЮЩИХ СИСТЕМАХ 112

РАЗДЕЛ 2. ЭРГАТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЧЕЛОВЕКО-МАШИННЫХ СИСТЕМ

Бобырь М.В., Нассер А.А., Абдулджаббар М.А.

НЕЧЕТКАЯ ЭРГАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ОХЛАЖДЕНИЕМ
ИЗДЕЛИЙ 115

Вешнева И.В., Сгибнев А.А., Большаков А.А., Чистякова Т.Б.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОБЪЕМНЫХ ДИСПЛЕЕВ В ОБУЧАЮЩИХ
И ТРЕНАЖЕРНЫХ КОМПЛЕКСАХ ЭРГАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ 118

Витиска Н.И., Гуляев Н.А.

РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНОГО МЕТОДА ВИЗУАЛЬНОГО
ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ ВЫСОКОЙ СТЕПЕНИ
ДОСТОВЕРНОСТИ 121

Данилова С.К., Аминев Б.Д.

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЧЕЛОВЕКО-МАШИННОЙ
СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ МОРСКИХ ПОДВОДНЫХ
ОБЪЕКТОВ. РЕЖИМ МАЛОШУМНОГО МАНЕВРИРОВАНИЯ 124

Ермак М.Ю., Зайцев А.Е., Косиков С.В.

ИТ-ПОДДЕРЖКА ВНЕДРЕНИЯ НАИЛУЧШИХ ДОСТУПНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
В РФ НА ОСНОВЕ ЭРГАТИЧЕСКОЙ ПРОЕКЦИИ ПРАВОВЫХ СИСТЕМ
ЗНАНИЙ 127

Желтов С.Ю., Федунев Б.Е.

БОРТОВЫЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ТАКТИЧЕСКОГО УРОВНЯ:
РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ОПЕРАТИВНОГО ЦЕЛЕПОЛАГАНИЯ НА БОРТУ
АНТРОПОЦЕНТРИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА 129

Зянчури А.Э., Устинов А.В.

ПРОБЛЕМА ЧЕЛОВЕКО-МАШИННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С
ТРЕХМЕРНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИЕЙ В СИСТЕМАХ ПОДДЕРЖКИ
ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ 133

Ипатов О.С.

МОДЕЛИ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ: СИСТЕМНО-ЭРГАТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ 136

Косьянчук В.В., Сельвесюк Н.И.

НОВАЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОСТЬ БОРТОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ 139

Маслов С.Г.

ЭРГАТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ - ОСНОВА ФОРМИРОВАНИЯ И РЕАЛИЗАЦИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ 142

Михайлюк М.В., Крючков Б.И., Усов В.М.

РОЛЕВЫЕ ФУНКЦИИ РОБОТА-ПОМОЩНИКА КАК ИНФОРМАЦИОННОГО ПОСРЕДНИКА ЭКИПАЖА ПРИ ВНЕКОРАБЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ЛУНЕ 145

Погосян Т.М.

ОБУЧАЮЩИЕ ИНТЕРФЕЙСЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ С ЧЕЛОВЕКОМ 148

Сებряков Г.Г., Корсун О.Н., Набатчиков А.М., Бурлак Е.А.

ОЦЕНКА СООТВЕТСТВИЯ ТЕОРИИ КОНЦЕПТУАЛЬНОЙ МОДЕЛИ И РЕЗУЛЬТАТОВ СТЕНДОВЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ДИНАМИЧЕСКИМ ОБЪЕКТОМ 150

Сергеев С.Ф.

ОКУЛОГРАФИЧЕСКИЕ ИНДИКАТОРЫ КОГНИТИВНЫХ СТИЛЕЙ В ИНТЕЛЛЕКТНОМ ТЕХНОСИМБИОЗЕ 153

Туровский Я.А.

ЭМОЦИОНАЛЬНЫЙ ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ КАК ТЕХНОЛОГИЯ РАСШИРЕНИЯ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИНТЕРФЕЙСОВ ЧЕЛОВЕК-КОМПЬЮТЕР 156

Уткин Л.В., Рябинин М.А.

СИАМСКИЙ ГЛУБОКИЙ ЛЕС ДЛЯ АНАЛИЗА АНОМАЛЬНОГО ПОВЕДЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ЧЕЛОВЕКО-МАШИННЫХ СИСТЕМ 159

Филимонов А.Б., Филимонов Н.Б.

ЭРГАТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ АВТОМАТИЗАЦИИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫМИ МОБИЛЬНЫМИ СРЕДСТВАМИ 162

Широбоква И.Ю.

ЭРГАТИЧЕСКИЕ ИНТЕРФЕЙСЫ 165

РАЗДЕЛ 3. УПРАВЛЕНИЕ В ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

<i>Агаев Р.П., Чеботарев П.Ю.</i> О КОНСЕНСУСЕ В СИСТЕМАХ С ЛАПЛАСОВСКОЙ МАТРИЦЕЙ НИЗКОГО РАНГА	168
<i>Акинфиев В.К.</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНКУРЕНЦИИ НА РЫНКЕ НЕФТИ	171
<i>Аристов А.О.</i> ИНТЕРАКТИВНЫЙ ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС МОДЕЛИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ПОТОКОВЫМИ СИСТЕМАМИ НА ОСНОВЕ КВАЗИКЛЕТОЧНЫХ СЕТЕЙ	174
<i>Асанов А.З., Мышкина И.Ю.</i> МЕТОДИКА ОПРОСА РАБОТОДАТЕЛЕЙ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ЗНАЧИМОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ БАКАЛАВРА	177
<i>Баранов Б.Е., Карнов И.А., Лебедев И.В., Пендюхов М.А.</i> ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ СОЦИАЛЬНОГО СООБЩЕСТВА С ЦЕЛЬЮ ОЦЕНКИ РЕАКЦИЙ НА ИНФОРМАЦИОННЫЕ СООБЩЕНИЯ	179
<i>Вертлиб В.А., Качалов Д.Л., Фархадов М.П.</i> МЕТОДЫ, МОДЕЛИ И ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ БОЛЬШИХ ДАННЫХ В КРУПНОМАСШТАБНЫХ СИСТЕМАХ	182
<i>Габейдулин Р.Х., Зыков С.В.</i> ЗАДАЧА ОПТИМАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ ЗАДЕРЖЕК ВЫЛЕТОВ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ ПРИ РЕГУЛИРОВАНИИ ПОТОКОВ ВОЗДУШНОГО ДВИЖЕНИЯ	185
<i>Гамаюнов И.Ф.</i> АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ В ЗАДАЧЕ УПРАВЛЕНИЯ ИЗБЫТОЧНОСТЬЮ ТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ	187
<i>Гилязова А.А.</i> ПАРАМЕТРЫ ОРИЕНТИРОВАННЫХ ГРАФОВ, ПОСТРОЕННЫХ ПО АЛГОРИТМУ С ОТСЕВОМ АКТИВНЫХ УЗЛОВ	190
<i>Губанов Д.А., Чхартишвили А.Г.</i> АКЦИОНАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ: О НАПРАВЛЕНИЯХ ИССЛЕДОВАНИЯ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕВЫХ СТРУКТУР	193
<i>Корепанов В.О.</i> СОВРЕМЕННЫЕ МОДЕЛИ СТРАТЕГИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ	196

<i>Липанов А.М.</i> ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ УСПЕШНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	197
<i>Маликов С.Н.</i> ПРОФИЛИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПЕРЕХОДЕ ОРГАНИЗАЦИИ НА ДОВЕРЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ.....	199
<i>Охтилев П.А., Бахмут А.Д., Крылов А.В.</i> ПОДХОД К ОЦЕНИВАНИЮ СОСТОЯНИЯ СЛОЖНОГО ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА НА ОСНОВЕ ОБОБЩЕННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ	201
<i>Павловский И.С.</i> ИЕРАРХИЧЕСКОЕ УПОРЯДОЧЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ КАК ОТРАЖЕНИЕ СТЕПЕНИ ЦЕЛОСТНОСТИ СЛОЖНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ.....	204
<i>Петров А.Е.</i> ОБОБЩЕННАЯ ДИАКОПТИКА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ В СИСТЕМАХ С ПЕРЕМЕННОЙ СТРУКТУРОЙ.....	207
<i>Рожнов А.В., Лычев А.В.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ СОЦИОТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ В ДИНАМИКЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ СЕТИ СИТУАЦИОННЫХ ЦЕНТРОВ	210
<i>Топольский Н.Г., Рыженко А.А.</i> КРОССПЛАТФОРМЕННЫЙ НЕЙРОПОРТАЛ НА ЛОГИКЕ РАСПРЕДЕЛЕННОГО РЕЕСТРА ПОДДЕРЖКИ УПРАВЛЕНИЯ В СЕТЯХ СМЕЖНИКОВ ОРГАНИЗАЦИЙ ПРОМЫШЛЕННОГО СЕКТОРА В СФЕРЕ КОМПЛЕКСНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ	213
<i>Шишени А.В., Кузнецова И.Ю.</i> РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ ДЛЯ ВЫСОКООПЕРАТИВНОГО ПРОГНОЗА ЗОН ЗАТОПЛЕНИЯ ПРИБРЕЖНЫХ РАЙОНОВ.....	216
<i>Щепкин А.В.</i> НЕМАНИПУЛИРУЕМОСТЬ МЕХАНИЗМА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ «ПРИНЦИПА РАВНЫХ РЕНТАБЕЛЬНОСТЕЙ».....	218
<i>Авторский указатель</i>	221

ВЕРИФИКАЦИЯ СЛЕДОВАНИЯ В НЕКЛАССИЧЕСКОЙ ПРОПОЗИЦИОНАЛЬНОЙ МНОГОЗНАЧНОЙ ЛОГИКЕ

*Удмуртский государственный университет, г. Ижевск,
gms1234gms@rambler.ru*

В докладе показано, что в случае, когда постановка задач верификации рассуждений использует объемные соотношения между множествами и понятие соответствия, можно значительно уменьшить сложность логического вывода.

На примерах показано, что для логики предикатов первого порядка с одно- и двуместными предикатами верификацию логического следования можно проводить в специально построенной неклассической многозначной логике.

Пусть $\bar{U}, \aleph_1, \aleph_2, \dots, \aleph_n$ – универсум и n его подмножеств, которые названы модельными в [2]. Кортеж $\bar{I} = \langle \bar{U}, \aleph_1, \aleph_2, \dots, \aleph_n \rangle$ называется n -арной алгебраической онтологией (А-онтологией). На рис. 1 показан переход от задания А-онтологии в виде диаграммы Венна к дискретной диаграмме, в которой универсум и модельные множества можно представить номерами непустых конститuent.

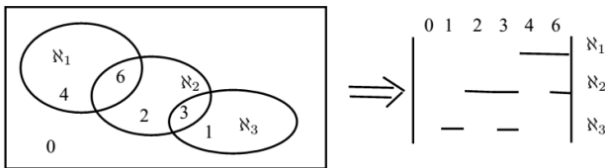


Рис. 1. Дискретизация диаграммы Венна

На рис. 2 показаны 15 бинарных А-онтологий, которые уместно назвать жергонновыми. А-онтологию с рис. 2 можно записать так:

$$U = \underbrace{\aleph_1' \cdot \aleph_2' \cdot \aleph_3'}_0 + \underbrace{\aleph_1' \cdot \aleph_2' \cdot \aleph_3}_1 + \underbrace{\aleph_1' \cdot \aleph_2 \cdot \aleph_3'}_2 + \underbrace{\aleph_1' \cdot \aleph_2 \cdot \aleph_3}_3 + \underbrace{\aleph_1 \cdot \aleph_2' \cdot \aleph_3'}_4 + \underbrace{\aleph_1 \cdot \aleph_2' \cdot \aleph_3}_6; U = \{0, 1, 2, 3, 4, 6\};$$

$$I_3 = \langle U, X_1 = \{4, 6\}, X_2 = \{2, 3, 6\}, X_3 = \{1, 3\} \rangle.$$

Для формального описания А-онтологий построена логика L_{s_2} с пятью атомами: $\langle A(X, Y), Eq(X, Y), IO(X, Y), X \subset U, X = U \rangle$.

Семантика первых трех атомов выражается жергонновыми отношениями $G_{13}(X, Y), G_9(X, Y), G_{15}(X, Y)$, последнее из которых уместно назвать логическим отношением независимости, а первые два выражают логическое следование. Через конъюнкцию атомных формул можно выразить любую n -арную А-онтологию и ее бинарный инвариант. Бинарным инвариантом А-онтологии называется конъюнкция всех бинарных отношений между ее модельными множествами:

$$BIN(I_3) = IO(X_1, X_2) \cdot A(X_1, X_3') \cdot IO(X_2, X_3).$$

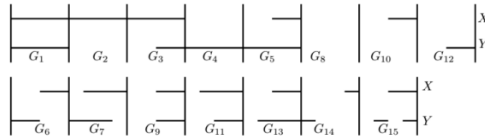


Рис. 2. Бинарные логические жергонновы отношения

Определение 1. Единицей $M(I_n)$ для $I_n = \langle U, X_1, X_2, \dots, X_n \rangle$ называется множество номеров ее непустых конституент.

Из атомных ППФ логики L_{S_2} с помощью операций $\langle \cdot, +, ' \rangle$ можно построить конъюнктивные и неконъюнктивные ППФ (КППФ, НППФ). Семантическим значением КППФ является единица сопоставляемой ей А-онтологии. НППФ можно представить как дизъюнкцию конъюнктивных, попарная конъюнкция которых есть противоречие, поэтому семантическое значение НППФ есть семейство различных единиц, сопоставляемых этим КППФ. Определены формулы, являющиеся законами, противоречиями и выполнимыми ППФ. Реализован алгоритм построения А-онтологии $I(Q(F(\tilde{X}_n)))$ по КППФ $Q(F(\tilde{X}_n))$ [1]. Доказана функциональная полнота атомных формул, состоящая в том, что любая n -арная А-онтология выражается в виде КППФ.

Определение 2. А-онтология I_n^0 называется канонической, если $M(I_n^0) = \{0, 1, \dots, 2^n - 1\} = U^0$, $I_n^0 = \langle U^0, X_1^0, X_2^0, \dots, X_n^0 \rangle$, выражает отношение логической независимости для ее модельных множеств. Логические операции над высказываниями **и** **или** **не** и операции алгебры множеств (пересечения, объединения и дополнения до универсума) обозначаются одинаково $\langle \cdot, +, ' \rangle$ и различаются по контексту.

Теорема 1. Пусть $I_n = \langle U, X_1, X_2, \dots, X_n \rangle$ А-онтология. Тогда имеют место равенства $X_i = U \cdot X_i^0 = M(I) \cdot X_i^0, i = 1, n$. То есть объемы мо-

дельных множеств определяются единицей А-онтологии и модельными множествами канонической А-онтологии.

Введено понятие непарадоксального логического следования \vDash_N и определено, как соотносятся объемы единиц КППФ между которыми имеет место \vDash_N . Пусть $Q_1(\tilde{X}_n), Q_2(\tilde{X}_n)$ две КППФ.

Теорема 2.

$$Q_1(\tilde{X}_n) \vDash_N Q_2(\tilde{X}_n) \equiv M(I(Q_1(\tilde{X}_n))) \subseteq M(I(Q_2(\tilde{X}_n))).$$

Совпадение сопоставленных единиц указывает на равносильность их логического содержания.

Разработана методика, позволяющая решать задачи верификации логического следования в логике предикатов первого порядка с одно- и двуместными предикатами путем формулировки задачи на языке логики L_{S_2} и верификации логического следования на основе теоремы 2. Для двуместных предикатов используются свойства понятия соответствия между множествами и соответствия Галуа. В докладе теоретические приложения иллюстрируются решением простых и сложных задач из работ [2, 3], в том числе, задачи о паровом катке. В частности, для проблемы Гилмора $\vDash \forall x \exists y [(\{F(y) \rightarrow G(y)\} \leftrightarrow \{F(x)\}) \& \{F(y) \rightarrow H(y)\} \leftrightarrow \{G(x)\}] \& [(\{F(y) \rightarrow G(y)\} \rightarrow \{H(y)\}) \leftrightarrow \{H(x)\}] \rightarrow \forall z \{F(z) \& G(z) \& H(z)\}$ при переводе посылки $\forall z \{F(z) \& G(z) \& H(z)\}$ в дизъюнкцию КППФ, а заключения в КППФ, объемное соотношение сочетаний их семантических значений удовлетворяет теореме 2. Это означает наличие логического следования. Построена программа, позволяющая решать задачу верификации следования для КППФ логики L_{S_2} . Разработан алгоритм поиска всех выполняющих подстановок для булевой формулы $F(\bar{x}_n) = 0$. Для решения необходимо вычислить семантическое значение для формулы $F(\tilde{X}_n) = U$. Указаны способы эффективного распараллеливания этого алгоритма [1]. Приводятся решения примеров из [2], иллюстрирующие эффективность предлагаемого подхода к верификации \vDash_N .

1. *Сметанин, Ю.М.* Непарадоксальное логическое следование и проблема решения МЛ-уравнений [Текст] / Ю.М. Сметанин // Программные системы: теория и приложения. – 2016. – 7:1(28). – С. 99–115.
2. *Васильев, С.Н.* Интеллектуальное управление динамическими системами [Текст]: монография / С.Н. Васильев, Ф.Л. Жерлов, Е.А. Федосов, Б.Е. Федун. – Москва: Физико-математическая литература, 2000. – 352 с.
3. *Вагин, В.Н.* Параллельный вывод в методе аналитических таблиц [Текст] / В.Н. Вагин, Зо Мью Хмет // Программные продукты и системы. – 2011. – № 3. – С. 8–13.