

Учреждение образования
«Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники»

Государственное учреждение
«Администрация Парка высоких технологий»

**Открытые семантические технологии
проектирования интеллектуальных систем**

**Open Semantic Technologies
for Intelligent Systems**

МАТЕРИАЛЫ
МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

Выпуск 1

(Минск, 16-18 февраля 2017)

Основан в 2011 году

Минск
БГУИР 2017

Редакционная коллегия:

*В. В. Голенков (отв. ред.), Л. С. Глоба, В. А. Головкин, Н. А. Гулякина, О. П. Кузнецов, Б. М. Лобанов,
Г. С. Осипов, С. В. Смирнов, П. И. Соснин, Д. Ш. Сулейманов, В. Ф. Хорошевский*

Организаторы конференции:

Министерство образования Республики Беларусь
Министерство связи и информатизации
Учреждение образования «Белорусский
государственный университет информатики и
радиоэлектроники»
Российская ассоциация искусственного интеллекта
Государственное учреждение «Администрация Парка
высоких технологий» (Республика Беларусь)
Объединённый институт проблем информатики
Национальной академии наук Беларуси
Брестский государственный технологический
университет
ОАО «Савушкин продукт»
ФГБНУ «Институт управления образованием
Российской академии образования»

Кафедра молодежной политики РИВШ
ООО «Интеллектуальные процессоры»
ЗАО «Qulix Systems»
ЗАО «Итранзишен»
ЧТУП «АйДжи Софт Бел»
ОДО «ВирусБлокАда»
ООО «Октонион технолджии»
ИООО «Софтек Девелопмент»
ООО «Альгос Девелопмент»
ООО «РСЛ»
ООО «Аквео»
ООО «Датарокетс»
ООО «Соларвиндз МСП Технолджии»

Техническая и информационная поддержка:

Научный журнал «Информатика»
Научный журнал «Онтология проектирования»
Научно-технический журнал «Автоматизация процессов
управления»
Научно-практический журнал для специалистов
«Электроника ИНФО»

Международный журнал «Программные продукты и
системы»
Научно-производственный журнал «Веснік сувязі»

*Издание осуществлено по заказу государственного учреждения
«Администрация Парка высоких технологий»*

О-83 Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем = Open Semantic Technologies for Intelligent Systems : материалы междунар. науч.-техн. конф./ редкол. : В. В. Голенков (отв. ред.) [и др.], ISSN 2415-7740; Вып.1 (Минск, 16-18 февраля 2017г.). – Минск : БГУИР, 2017. -- 466 с.

ISBN 978-985-543-034-7.

Сборник включает прошедшие рецензирование статьи VII международной научно-технической конференции «Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем».

Сборник предназначен для преподавателей высших учебных заведений, научных сотрудников, студентов, аспирантов, магистрантов, а также для специалистов предприятий в сфере проектирования интеллектуальных систем.

Материалы сборника одобрены Программным комитетом OSTIS и печатаются в виде, представленном авторами.

**УДК 004.822+004.89-027.31
ББК 32.813-02+73**

ISBN 978-985-543-034-7

© УО «Белорусский государственный
университет информатики
и радиоэлектроники», 2017

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ



Батура Михаил Павлович

председатель, ректор Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники



Голенков Владимир Васильевич

сопредседатель, заведующий кафедрой интеллектуальных информационных технологий Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники



Живицкая Елена Николаевна

проректор по учебной работе Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники



Осипов Анатолий Николаевич

проректор по научной работе Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники



Никульшин Борис Викторович

проректор по учебной работе и информатизации Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники



Шилин Леонид Юрьевич

декан факультета информационных технологий и управления Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники



Давыдов Максим Викторович

заведующий кафедрой теоретических основ электротехники Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники



Боярко Алла Викторовна

начальник пресс-службы Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники

РАБОЧАЯ ГРУППА ОРГКОМИТЕТА КОНФЕРЕНЦИИ



Гулякина Наталья Анатольевна

руководитель группы, заместитель заведующего кафедрой ИИТ Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники



Гракова Наталья Викторовна

заместитель заведующего кафедрой ИИТ по воспитательной работе Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники



Губаревич Анастасия Владимировна

инженер кафедры ИИТ Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники



Лучина Татьяна Леонидовна

инженер кафедры ИИТ Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники



Русецкий Кирилл Валерьевич

инженер-программист кафедры ИИТ Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ



д.т.н., проф.

Кузнецов Олег Петрович

Председатель, председатель Совета Российской ассоциации искусственного интеллекта, заведующий лабораторией, Институт проблем управления РАН, г. Москва, Россия



д.т.н., проф.

Голенков Владимир Васильевич

Сопредседатель, заведующий кафедрой интеллектуальных информационных технологий, Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, г. Минск, Беларусь



к.т.н., доц.

Боргест Николай Михайлович

Профессор, Самарский государственный аэрокосмический университет имени Академика С.П.Королева, г. Самара, Россия



д.т.н., доц.

Валькман Юрий Роландович

Заведующий отделом распределенных интеллектуальных систем Международного научно-учебного центра информационных технологий и систем НАНУ и МОНУ, профессор кафедры математических методов системного анализа УНК «ИПСА» НТУУ «КПИ», г. Киев, Украина



д.ф.-м.н., проф., академик РАН

Васильев Станислав Николаевич

Директор ФГБУИИ Института проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН, председатель Ученого Совета, г. Москва, Россия



д.т.н., проф.

Гаврилова Татьяна Альбертовна

Заведующая кафедрой информационных технологий в менеджменте, Высшая Школа менеджмента СПбГУ, г. Санкт-Петербург, Россия



д.т.н., проф.

Глоба Лариса Сергеевна

Заведующая кафедрой, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина



д.т.н., проф.

Головко Владимир Адамович

Заведующий кафедрой интеллектуальных информационных технологий, Брестский государственный технический университет, г. Брест, Беларусь



д.фил.н., проф.

Гордей Александр Николаевич

Директор, Республиканский институт китаеведения имени Конфуция БГУ, г. Минск, Беларусь



д.т.н., с.н.с.

Грибова Валерия Викторовна

Заведующая лабораторией интеллектуальных систем, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения Российской академии наук, г. Владивосток, Россия



к.ф.-м.н., доц.

Гулякина Наталья Анатольевна

Заместитель заведующего кафедрой интеллектуальных информационных технологий, Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники г. Минск, Беларусь



д.т.н., проф.

Додонов Александр Георгиевич

Заместитель директора по научной работе, Институт проблем регистрации информации НАН Украины, г. Киев, Украина



д.т.н., проф.

Еремеев Александр Павлович

Заведующий кафедрой прикладной математики, Национальный исследовательский университет «МЭИ», г. Москва, Россия



к.фил.н., доц.

Ефименко Ирина Владимировна

основатель, исполнительный директор ООО "Semantic Hub", г. Москва, Россия



д.т.н., проф.

Заболеева-Зотова Алла Викторовна

Начальник Управления региональных и межгосударственных программ
РФФИ, г. Москва, Россия



к.т.н., с.н.с.

Загорулько Юрий Алексеевич

Заведующий лабораторией, Институт систем информатики им. А.П.
Ершова СО РАН, г. Новосибирск, Россия



д.ф.-м.н., проф.

Клещев Александр Сергеевич

Главный научный сотрудник, ФГБУИИ Институт автоматизации и процессов
управления Дальневосточного отделения РАН, г. Владивосток, Россия



д.мед.н., проф.

Кобринский Борис Аркадьевич

Главный научный сотрудник, Институт системного анализа Федерального
исследовательского центра «Информатика и управление» РАН,
профессор, Российский национальный исследовательский медицинский
университет им. Н.И. Пирогова Минздрава России, г. Москва, Россия



д.п.н., проф.

Козлов Олег Александрович

Заместитель директора института, Учреждение Российской Академии
Образования «Институт Информатизации Образования»,
г. Москва, Россия



д.м.н., проф.

Кульчицкий Владимир Адамович

Заместитель директора по научной работе, член-корреспондент,
Национальная академия наук Беларуси, г. Минск, Беларусь



д.т.н., проф.

Курейчик Виктор Михайлович

Заместитель руководителя по научной и инновационной деятельности,
Таганрогский кампус ЮФУ, г. Таганрог, Россия



Д.Т.Н., С.Н.С

Ландэ Дмитрий Владимирович

Заведующий отделом, Институт проблем регистрации информации НАН Украины, г. Киев, Украина



Д.Т.Н., доц..

Лобанов Борис Мефодьевич

Главный научный сотрудник, Объединённый институт проблем информатики НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь



к.ф.-м.н.

Лукашевич Наталья Валентиновна

Старший научный сотрудник, Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, г. Москва, Россия



Д.Т.Н., проф.

Массель Людмила Васильевна

Главный научный сотрудник, заведующая лабораторией, Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН, г. Иркутск, Россия



К.Т.Н., доц.

Невзорова Ольга Авенировна

Заместитель директора по научной работе, Научно-исследовательский институт «Прикладная семиотика» АН РТ, г. Казань, Россия



Д.ф.-м.н., проф.

Осипов Геннадий Семенович

Президент РАИИ, заместитель директора, Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» РАН, г. Москва, Россия



Д.Т.Н., проф.

Палюх Борис Васильевич

Заведующий кафедрой Информационных систем, Тверской государственный технический университет, г. Тверь, Россия



д.т.н., проф.

Петровский Александр Александрович

Заведующий кафедрой ЭВС, Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, г. Минск, Беларусь



д.т.н., проф.

Петровский Алексей Борисович

Заведующий лабораторией, ФГБУН Институт системного анализа Российской академии наук, г. Москва, Россия



к.ф.-м.н., проф.

Плесневич Геральд Станиславович

Профессор кафедры «Информационные технологии», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «МАТИ – Российский государственный технологический университет имени К.Э. Циолковского», г. Москва, Россия
академик РАО, д.пед.н., проф.



Роберт Ирэна Веняминовна

Директор ФГБНУ «Институт информатизации образования Российской академии образования», г. Москва, Россия



д.т.н., проф.

Рыбина Галина Валентиновна

Профессор, Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ, г. Москва, Россия



д.т.н., проф.

Сидоркина Ирина Геннадьевна

Декан факультета информатики и вычислительной техники, Поволжский государственный технологический университет, г. Йошкар-Ола, Республика Марий Эл, Россия



д.т.н., проф.

Смирнов Сергей Викторович

Директор, ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией анализа и моделирования сложных систем, Институт проблем управления сложными системами Российской академии наук, г. Самара, Россия



д.ф.-м.н., проф.

Соловьёв Сергей Юрьевич

Профессор, Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, г. Москва, Россия



д.т.н., проф.

Соснин Петр Иванович

Заведующий кафедрой «Вычислительная техника», Ульяновский государственный технический университет, г. Ульяновск, Россия



д.т.н., проф.

Стефанюк Вадим Львович

Главный научный сотрудник, Институт проблем передачи информации РАН, г. Москва, Россия



д.т.н., Академик АН РТ, проф.

Сулейманов Джавдет Шевкетович

Заведующий кафедрой, Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия



к.т.н., доц.

Тарасов Валерий Борисович

Доцент кафедры компьютерных систем автоматизации производства, Московский государственный технический университет им. Н. Э .Баумана, г. Москва, Россия



д.э.н., проф.

Тельнов Юрий Филиппович

Заведующий кафедрой, Московский государственный университет экономики, статистики и информатики, г. Москва, Россия



д.ф.-м.н., проф.

Тузиков Александр Васильевич

Генеральный директор, Объединенный институт проблем информатики
НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь



д.т.н., с.н.с.

Харламов Александр Александрович

Старший научный сотрудник, Институт высшей нервной деятельности и
нейрофизиологии РАН, г. Москва, Россия



д.т.н., проф.

Хорошевский Владимир Федорович

Заведующий сектором, Вычислительный центр им. А. А. Дородницына
РАН Федерального исследовательского центра «Информатика и
управления» РАН, г. Москва, Россия



Академик НАН Беларуси, д.т.н., проф.

Чернявский Александр Фёдорович

Профессор кафедры интеллектуальных систем, Белорусский
государственный университет, г. Минск, Беларусь



д.т.н., проф.

Шарипбай Алтынбек Амирович

Директор научного центра «Искусственный интеллект», Евразийский
национальный университет имени Л. Н. Гумилева, г. Астана, Казахстан



д.т.н., проф.

Янковская Анна Ефимовна

Профессор, Томский государственный архитектурно-строительный
университет, г. Томск, Россия



д.т.н., проф.

Ярушкина Надежда Глебовна

Проректор по научной работе, Ульяновский государственный технический
университет, г. Ульяновск, Россия

ORGANIZATIONAL COMMITTEE

Mikhail Batura

Chairman, Rector, Belarusian State University of Informatics and Radio Electronics

Vladimir Golenkov

Co-chairman, Head of Informational Intelligent Technologies Department, Belarusian State University of Informatics and Radio Electronics

Elena Zhivitskaya

Vice-Rector for Academic Work, Belarusian State University of Informatics and Radio Electronics

Anatoly Osipov

Vice-Rector for Research and Development, Belarusian State University of Informatics and Radio Electronics

Boris Nikulshin

Vice Rector for Education and Information, Belarusian State University of Informatics and Radio Electronics

Leonid Shilin

Dean of the Faculty of Information Technologies and Control, Belarusian State University of Informatics and Radio Electronics

Maxim Davydov

Head of Theory of Electrical Engineering Department, Belarusian State University of Informatics and Radio Electronics

Alla Boyarko

Head of Press Service, Belarusian State University of Informatics and Radio Electronics

CONFERENCE ORGANIZATIONAL COMMITTEE WORKGROUP

Natalia Guliakina

Group leader, assistant head of IIT Department at Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics

Natalia Grakova

assistant head of IIT department at Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics

Anastasia Hubarevich

engineer at IIT department of Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics

Tatiana Lutchina

engineer at IIT department of Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics

Kirill Rusetski

software engineer at IIT department of Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics

PROGRAM COMMITTEE

Borgest N.	c. of t.s., RF ass. Proff.				RF proff.
Chernyavsky A.	NAS Belarus academician		Palyukh B.		d. of t.s., RF proff.
Dodonov A.G.	d. of t.s., Ukraine proff.		Petrovsky A.		d. of t.s., RB proff.
Efimenko I.	c. of phyl.s., RF ass. Proff.		Petrovsky A.		c. of t.s., d. of t.s., RF proff.
Eremeev A.	d. of t.s., RF proff.		Plesniewicz G.		c. of ph.-m.s., RF
Gavrilova T.	d. of t.s., RF proff.		Robert I.		Academician of REA, d. of teach.s., RF proff.
Globa L.	d. of t.s., Ukraine proff.		Rybina G.V.		d. of t.s., RF proff.
Golenkov V.	d. of t.s., RB proff.		Sharipbay A.		d. of t.s., Kazakhstan proff.
Golovko V.	d. of t.s., RB proff.		Sidorkina I.		d. of t.s., RF proff.
Gribova V.	d. of t.s., RF		Smirnov S.		d. of t.s., RF proff.
Guliakina N.	c. of ph.-m.s., RB ass. Proff.		Soloviev S.		d. of ph.-m.s., RF proff.
Hardzei A.	d. of phyl.s., RB proff.		Sosnin P.		d. of t.s., RF proff.
Kharlamov A.	d. of t.s., RF		Stefanuk V.		d. of t.s., RF proff.
Khoroshevsky V.	d. of t.s., RF proff.		Suleymanov D.		AS Tatarstan academician, KF
Kleshev A.	d. of t.s., RF proff.		Tarasov V.		c. of t.s., RF ass. Proff.
Kobriniski B.	d. of med.s., RF		Telnov Yu.		d. of e.s., RF proff.
Komartsova L.	d. of t.s., RF		Tuzikov A.		d. of ph.-m.s., RB proff.
Kozlov O.	d. of teach.s., RF proff.		Vasilyev S.		academician of RAS, d. of ph.-m.s., RB proff.
Kulchitskii V.	d. m.s., RB proff.		Walkman Yu.R.		d. of t.s., Ukraine proff.
Kureychik V.	d. of t.s., RF proff.		Yarushkina N.G.		d. of t.s., RF proff.
Kuznetsov O.	d. of t.s., RF proff.		Yankovskaya A.E.		d. of t.s., RF proff.
Lande D.	d. of t.s., Ukraine		Zaboleeva-Zotova A.		d. of t.s., RF proff
Lobanov B.	d. of t.s., RB proff.		Zagorulko Yu.		c. of t.s., RF ass. Proff.
Loukachevitch N.	c. of ph.-m.s., RF				
Massel L.	d. of t.s., RF proff.				
Nevzorova O.	c. of t.s., RF ass. Proff.				
Osipov G.	d. of ph.-m.s.,				

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	27
ПАМЯТИ АРКАДИЯ НИКОЛАЕВИЧА БОРИСОВА	29
АРКАДИЙ НИКОЛАЕВИЧ БОРИСОВ: СТРАНИЦЫ БИОГРАФИИ И НАУЧНОЕ НАСЛЕДИЕ Поспелов Д.А., Аверкин А.Н., Батыршин И.З., Тарасов В.Б., Язенин А.В.	32
ОНТОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ Голенков В.В.	37
ОНТОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ БАЗ ЗНАНИЙ Давыденко И.Т.	57
ОНТОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ МАШИН ОБРАБОТКИ ЗНАНИЙ Шункевич Д.В.	73
ОНТОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ ИНТЕРФЕЙСОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ Борискин А.С., Жуков И.И., Корончик Д.Н., Садовский М.Е., Хусаинов А.Ф.	95
ИНТЕГРАЦИЯ ПРИКЛАДНОЙ ОНТОЛОГИИ И WIKI-РЕСУРСОВ В РАМКАХ ЕДИНОЙ БАЗЫ ЗНАНИЙ Мошкин В.С., Филиппов А.А., Ярушкина Н.Г.	107
ИНТЕГРАЦИЯ ОНТОЛОГИЙ И КОНЦЕПТУАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ ИС Гуськов Г.Ю., Наместников А.М.	111
НЕЧЕТКАЯ ОНТОЛОГИЯ КАК ЯДРО БАЗЫ ЗНАНИЙ ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРОННОГО АРХИВА Наместников А.М.	117
РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ КОМБИНИРОВАННОГО АЛГОРИТМА КЛАСТЕРИЗАЦИИ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ Сибирев И.В., Афанасьева Т.В.	121
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОНТОЛОГИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ В СЕМАНТИЧЕСКОМ ПОИСКЕ СЛОЖНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ОБЪЕКТОВ Рогущина Ю.В.	127
ОНТОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К СОПОСТАВЛЕНИЮ КОМПЕТЕНЦИЙ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ ДЛЯ СПЕЦИАЛИСТОВ В НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ПРОЕКТАХ Рогущина Ю.В. , Гладун А.Я.	133
ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЕ ИЗЛОЖЕНИЕ МЕТОДА ДЛЯ ИНТЕГРАЦИИ OWL DL И SWRL С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ PROTÉGÉ-OWL API Хала Е.А.	139
ВЕБ-ОРИЕНТИРОВАННАЯ ПРОГРАММНАЯ СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ РАЗРАБОТКИ БАЗ ЗНАНИЙ НА ОСНОВЕ ТРАНСФОРМАЦИИ КОНЦЕПТУАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ Дородных Н.О.	145

О СПЕЦИАЛИЗАЦИИ МОДЕЛЬНО-УПРАВЛЯЕМОГО ПОДХОДА ДЛЯ СОЗДАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРЕЦЕДЕНТНОГО ТИПА Дородных Н.О., Юрин А.Ю.	151
СЕМАНТИЧЕСКОЕ ПРОСТРАНСТВО В ФАКТОРИАЛЕ ТЕОРИИ АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОРОЖДЕНИЯ АРХИТЕКТУРЫ ЗНАНИЙ (ТАПАЗ-2) Гордей А. Н.	155
СЕМАНТИЧЕСКОЕ КОДИРОВАНИЕ ДЛЯ СЕМАНТИЧЕСКОГО ВЫВОДА ЗНАНИЙ Бойко И.М.	158
ПРОТОТИП КОМПЬЮТЕРНОЙ СИСТЕМЫ ОБУЧЕНИЯ РЕЧЕВОЙ ИНТОНАЦИИ Лобанов Б.М., Житко В.А.	163
МУЛЬТИГОЛОСОВОЙ СИНТЕЗ РЕЧИ ПО ТЕКСТУ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ЕСТЕСТВЕННО-ЯЗЫКОВЫХ ИНТЕРФЕЙСОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ Захарьев В.А., Петровский А.А.	167
ЛИНГВИСТИЧЕСКИЕ И АКУСТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ СИСТЕМЫ ОБУЧЕНИЯ ДИАЛОГОВОЙ ИНТОНАЦИИ АНГЛИЙСКОЙ РЕЧИ Здоронок Ю.А.	171
ГОЛОСОВАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ В СИСТЕМАХ КОНТРОЛЯ ДОСТУПА Меньшаков П.А., Мурашко И.А.	175
ПОПОЛНЕНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ ЛЕКСИЧЕСКОЙ БАЗЫ ДАННЫХ ЧЕРЕЗ КОМПЬЮТЕРНУЮ СИСТЕМУ «ГЕНЕРАТОР ПАРАДИГМЫ СЛОВА» Зеновко Е.С.	179
РЕАЛИЗАЦИЯ ИНСТРУМЕНТОВ ОБУЧЕНИЯ С ПОДКРЕПЛЕНИЕМ ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ Еремеев А.П., Кожухов А.А.	183
О ФОКУСИРОВКЕ ВНИМАНИЯ НА РЕЛЕВАНТНОЙ ИНФОРМАЦИИ ПРИ РАССУЖДЕНИЯХ АГЕНТОВ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ ЖЁСТКОГО РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ Фоминых И.Б., Романчук С.В.	187
АЛГОРИТМ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ТЕМПОРАЛЬНЫХ ПРЕЦЕДЕНТОВ ДЛЯ МЕХАНИЗМА РАССУЖДЕНИЙ НА ОСНОВЕ ТЕМПОРАЛЬНЫХ ПРЕЦЕДЕНТОВ Куриленко И.Е., Гулякина Н.А.	191
ОБНАРУЖЕНИЕ АНОМАЛИЙ В ДАННЫХ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА СЕТЕВОГО ТРАФИКА Антипов С.Г., Вагин В.Н., Фомина М.В.	195
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ОБУЧАЮЩЕ-ТЕСТИРУЮЩАЯ ПРОГНОЗИРУЮЩАЯ СИСТЕМА С КОГНИТИВНОЙ КОМПОНЕНТОЙ Янковская А.Е., Шелупанов А.А., Шурыгин Ю.А., Дементьев Ю.Н., Ямшанов А.В., Ляпунов Д.Ю.	199

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ОБУЧАЮЩИХ ИНТЕГРИРОВАННЫХ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ Рыбина Г.В., Рыбин В.М., Блохин Ю.М., Сергиенко Е.С.	205
ПОСТРОЕНИЕ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ НА БАЗЕ СЕРВИСА WIKIPEDIA Ланде Д.В., Андрущенко В.Б., Балагура И.В.	211
ПРИМЕНЕНИЕ ОНТОЛОГИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИИ СЕМАНТИЧЕСКОГО ПОИСКА В ОБЛАСТИ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ Гладун А.Я., Хала Е.А., Абдель-Бадех М. Салем	215
СИНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УЧЕБНЫЕ ОРГАНИЗАЦИИ В СФЕРЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ Тарасов В.Б., Голенков В.В.	221
ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОГРАММНОГО АГЕНТА ОБЛАЧНОЙ СРЕДЫ ЭЛЕКТРОННОГО КНИЖНОГО МАГАЗИНА ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ ВИРТУАЛЬНОЙ КАФЕДРЫ Волков А.В.	229
ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ТЕКСТОВ ШКОЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИКЛАДНОЙ ОНТОЛОГИИ Курбатов С.С., Воробьев А.Б.	235
ОНТОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ УЧЕБНОГО НАЗНАЧЕНИЯ Гулякина Н.А., Гракова Н.В., Пивоварчик О.В., Федотова А.В.	239
ОНТОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ В ОБЛАСТИ ИСТОРИИ Губаревич А.В., Моросин О.Л., Ланде Д.В.	245
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В МЕДИЦИНЕ: РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ ОБЗОР СОСТОЯНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ И РАЗРАБОТОК И ПЕРСПЕКТИВЫ Ефименко И.В., Хорошевский В.Ф.	251
МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ЗАПРОСА ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ Клещев А.С., Шалфеева Е.А.	261
ОНТОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ РЕЦЕПТУРНОГО ПРОИЗВОДСТВА Таберко В.В., Иванюк Д.С., Голенков В.В., Русецкий К.В., Шункевич Д.В., Давыденко И.Т., Захаров В.В., Ивашенко В.П., Корончик Д.Н.	265
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПЕРЕВОЗОЧНЫМ ПРОЦЕССОМ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ: ОБЪЕКТНАЯ МОДЕЛЬ Ерофеев А.А., Ерофеева Е.А.	281
МЕТОД КОМПОЗИЦИИ ИНЖЕНЕРНЫХ ЗАДАЧ НА ПОРТАЛАХ ЗНАНИЙ Глоба Л.С., Новогрудская Р.Л.	285
BIG DATA В СИСТЕМЕ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ УСЛУГ ОПЕРАТОРОМ СВЯЗИ Глоба Л.С., Свецинская Е.С., Вольвач Е.А.	289

РАЗРАБОТКА СЕМАНТИЧЕСКИХ ОСНОВ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И ПРОИЗВОДСТВЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ Шустова Д.В., Боргест Н.М.	293
МЕТОДЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИПЕРВАРИАТИВНЫХ ИНТЕРФЕЙСОВ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ПРОЕКТИРОВАНИЮ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ Коровин М.Д.	297
ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЭВОЛЮЦИЕЙ МНОГОСТАДИЙНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННО - ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ В НЕЧЕТКОЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ СРЕДЕ Палюх Б.В., Ветров А.Н., Егерев И.А., Козлова Ю.Г.	301
ПРОСТЕЙШАЯ ЗАДАЧА УПРАВЛЕНИЯ НЕЧЕТКИМИ ДИНАМИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ Палюх Б.В., Дзюба С.М., Егерев И.А., Емельянова И.И.	305
ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ АГЕНТОМ С ВЫБИРАЕМОЙ СТРУКТУРОЙ ПРЕДПОЧТЕНИЙ Виноградов Г.П., Виноградова Н.Г., Богатиков В.Н.	309
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ АКТИВНОСТЕЙ НА БАЗЕ PIQ ROBOT Безобразов С., Головкин В., Кислюк С., Шелег А.	313
СЕМАНТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВИЗУАЛЬНОЙ СЦЕНЫ Харламов А.А., Жаркой Р.М.	317
АНТРОПОМОРФНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ РОБОТЕХНИЧЕСКИМ КОМПЛЕКСОМ Давыдов М.В., Давыдова Н.С., Осипов А.Н.	321
АНАЛИЗ БИРЖЕВОГО СТАКАНА С ПОМОЩЬЮ КАРТЫ КОХОНЕНА Ломакин Н.И., Орлова Е.Р., Нересов В.С., Попова Я.А.	325
НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ БАЗ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОПТОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ И МУЛЬТИМЕДИЙНЫХ ТРАКТОВ Гофайзен О.В., Пилявский В.В., Форостенко М.А.	329
АССОЦИАТИВНЫЕ СВЯЗИ В ОЦЕНКЕ ТВ ИЗОБРАЖЕНИЙ Гофайзен О.В., Ошаровская Е.В., Патлаенко Н.А., Пилявский В.В.	333
МЕТОДЫ ПОИСКА КЛЮЧЕВЫХ ТОЧЕК НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ Михайлов А.В., Коваленко П.О., Катаев А.В., Розалиев В.Л.	337
КОНЦЕПЦИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОНТОЛОГИЙ В СИСТЕМАХ АНАЛИЗА РИСКОВ Грабуст П.С., Ужга-Ребров О.И.	341
ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ СТРАТЕГИЧЕСКОМ ПЛАНИРОВАНИИ Цыганок В.В.	347
ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ОБЛАСТИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ: ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ Каденко С.В.	353

ПРИМЕНЕНИЕ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ ВЫЯВЛЕНИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ОПЕРАЦИЙ Андрейчук О.В., Качанов П.Т.	359
КОГНИТИВНАЯ ОНТОЛОГИЯ В ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ Актаева А., Галиева Н., Наралиев Н., Байман Г., Шатенова Г., Макулбек Н.	365
ТЕЗАУРУС ПО ПРЕДМЕТУ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ Ниязова Р.С., Сексенбаева А.К., Байғабыл Ұ.Д., Исакова Д.Б.	371
ЭЛЕМЕНТЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ИНТЕГРИРОВАННОЙ КИС НА БАЗЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ Вишняков В.А., Гондаг Саз М.М., Моздурани М.Г Шираз	377
ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ИНТЕГРАТОРОВ ИНФОРМАЦИОННЫХ СЕРВИСОВ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ OSTIS Титенков П.В., Каешко А.И.	381
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СРЕДА СИСТЕМНО-СИТУАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ СЛОЖНОЙ СОЦИОТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МНОГОУРОВНЕВЫХ СЕМАНТИЧЕСКИХ СЕТЕЙ Бородулина Е.Н.	389
АВТОМАТИЧЕСКОЕ ИЗВЛЕЧЕНИЕ МЕТАДАННЫХ МНОГОЯЗЫЧНЫХ ВЕБ- ДОКУМЕНТОВ Мухамедшин Д.Р., Курманбакиев М.И., Гатауллин Р.Р.	393
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ СВЯЗЬЮ Ефимов В.В., Суханов А.В., Осовецкий Л.Г.	397
ИСКУССТВЕННЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА Порядин А. Е., Сидоркина И. Г.	399
ПРОВЕРКА ПРАВИЛЬНОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КАМЕРЫ MICROSOFT KINECT Выборный А.И., Розалиев В.Л., Орлова Ю.А., Заболевая-Зотова А.В., Петровский А.Б.	403
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОЗВОНКОВ НА ПРОФИЛЬНЫХ РЕНТГЕНОВСКИХ СНИМКАХ ПОЗВОНОЧНИКА Курочка К. С., Цалко И. Н.	407
ВНЕДРЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КАК КОМПОНЕНТА ТЕХНОЛОГИИ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ТЕПЛОВЫХ ПОТОКОВ Сорокин О.Л., Сидоркина И.Г.	411
СЕМАНТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВЫСОКОУРОВНЕВОГО СИНТЕЗА КОНВЕЙЕРОВ ПО ПОТОКОВЫМ ОПИСАНИЯМ Прихожий А.А., Карасик О.Н., Фролов О.М.	415
ОТ ЛИНГВИСТИЧЕСКОЙ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ К ОНТОЛОГИЧЕСКОЙ Старжинский В. П.	421

О КЛАСТЕРИЗАЦИИ ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКИХ СЕТЕЙ Дмитриев К.А.	427
АЛГОРИТМ ВЫДЕЛЕНИЯ ПЕРВИЧНОЙ СЕМАНТИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ В КОЛЛЕКЦИИ ОПРЕДЕЛЕНИЙ Тузикова А.В.	431
ВИЗУАЛЬНО-КОГНИТИВНЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ СЛАБО СТРУКТУРИРОВАННЫХ ПРЕДМЕТНЫХ ОБЛАСТЕЙ Механцева Т.А.	435
АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ	439

TABLE OF CONTENTS

FOREWORD	27
IN MEMORY OF ARKADY N. BORISOV	29
ARKADY N. BORISOV: BIOGRAPHY AND SCIENTIFIC HERITAGE Pospelov D.A., Averkin A.N., Batyrshin I.Z., Tarasov V.B., Yazenin A.V.	32
ONTOLOGY-BASED DESIGN OF INTELLIGENT SYSTEMS Golenkov V.V.	37
ONTOLOGY-BASED KNOWLEDGEBASE DESIGN Davydenko I.T.	57
ONTOLOGY-BASED DESIGN OF KNOWLEDGE PROCESSING MACHINES Shunkevich D.V.	73
ONTOLOGY-BASED DESIGN OF USER INTERFACES Boriskin A.S., Koronchik D.N., Sadowski M.E., Zhukov I.I., Khusainov A.F	95
INTEGRATION OF AN APPLIED ONTOLOGY AND WIKI"-RESOURCES IN THE CONTEXT OF THE UNIFIED KNOWLEDGE BASE Moshkin V.S., Filippov A.A., Yarushkina N.G.	107
ONTOLOGICAL MAPPING FOR CONCEPTUAL MODELS OF SOFTWARE SYSTEM Guskov G.U., Namestnikov A.M.	111
THE FUZZY ONTOLOGY AS A CORE OF THE KNOWLEDGE BASE FOR THE TECHNICAL ELECTRONIC ARCHIVE Namestnikov A. M.	117
DEVELOPMENT AND STUDY OF A COMBINED ALGORITHM FOR TEMPORAL SERIES CLUSTERING Sibirev I., Afanasyeva T.	121
THE USE OF ONTOLOGICAL KNOWLEDGE FOR SEMANTIC SEARCH OF COMPLEX INFORMATION OBJECTS Rogushina J.V.	127
ONTOLOGICAL APPROACH TO MATCHING OF THE DOMAIN COMPETENCE OF SPECIALISTS FOR RESEARCH PROJECTS Rogushina J.V., Gladun A.Y.	133
SEQUENTIAL PRESENTATION OF METHOD FOR INTEGRATION THE OWL DL AND SWRL USING PROTEGE-OWL API Khala K.A.	139
WEB-BASED SOFTWARE FOR AUTOMATING DEVELOPMENT OF KNOWLEDGE BASES ON THE BASIS OF TRANSFORMATION OF CONCEPTUAL MODELS Dorodnykh N.O.	145

ABOUT THE SPECIALIZATION OF MODEL-DRIVEN APPROACH FOR CREATION OF CASE-BASED INTELLIGENT DECISION SUPPORT SYSTEMS Dorodnykh N.O., Yurin A.Yu.	151
THE SEMANTIC SPACE IN FACTORIAL OF THE THEORY OF AUTOMATIC GENERATION OF KNOWLEDGE ARCHITECTURE (TAGKA-2) Hardzei A.	155
SEMANTIC CODING FOR SEMANTIC KNOWLEDGE INFERENCE Boyko I.	158
A PROTOTYPE OF THE COMPUTER SYSTEM FOR SPEECH INTONATION TRAINING Lobanov B.M., Zhitko V.A.	163
MULTIVOICE TEXT-TO-SPEECH SYNTHESIS FOR NATURAL-LANGUAGE INTERFACES OF INTELLIGENT SYSTEMS Zahariev V.A., Petrovsky A.A.	167
LINGUISTIC AND ACOUSTIC RESOURCES OF THE COMPUTER SYSTEM OF SPOKEN ENGLISH INTONATION TRAINING Zdaranok Y.A.	171
VOICE USER IDENTIFICATION IN ACCESS CONTROL SYSTEMS Menshakou P.A, Murashko I.A.	175
The Enlargement of Electronic Lexical Database by Computational On-line Free System Zanouka E.	179
IMPLEMENTATION OF REINFORCEMENT LEARNING TOOLS FOR REAL-TIME INTELLIGENT DECISION SUPPORT SYSTEMS Eremeev A.P., Kozhukhov A.A.	183
ABOUT FOCUSING ON RELEVANT INFORMATION USED BY AGENTS IN REASONING IN INTELLECTUAL SYSTEMS OF HARD REAL-TIME Fominykh I.B., Romanchuk S.V.	187
THE ALGORITHM TO RETRIEVE TEMPORAL CASES FOR TEMPORAL CASE-BASED REASONING Kurilenko I.E., Guliakina N.A.	191
DETECTION OF DATA ANOMALIES AT NETWORK TRAFFIC ANALYSIS Antipov S.G., Vagin V.N., Fomina M.V.	195
INTELLIGENT LEARNING AND TESTING PREDICTIVE SYSTEM WITH COGNITIVE COMPONENT Yankovskaya A.E., Shelupanov A.A., Shurygin Yu.A., Dementiev Yu.N., Yamshanov A.V., Lyapunov D.Y.	199
SOME ASPECTS OF USING INTELLIGENT TECHNOLOGY FOR THE CONSTRUCTION OF TUTORING INTEGRATED EXPERT SYSTEMS Rybina G.V. Rybin V.M. Blokhin Yu.M. Sergienko E.S.	205

FORMATION OF THE SUBJECT AREA ON THE BASE OF WIKIPEDIA SERVICE Lande D.V., Andrushchenko V.B., Balagura I.V.	211
APPLYING OF ONTOLOGICAL TECHNOLOGY OF SEMANTIC SEARCH IN E-LEARNING Gladun A.Y., Khala K.A., Abdel-Badeeh M.S.	215
SYNERGISTIC TRAINING ORGANIZATIONS IN THE FIELD OF HIGHER EDUCATION Tarasov V.B., Golenkov V.V.	221
DESIGN AND IMPLEMENTATION OF SOFTWARE AGENT IN CLOUD OF ELECTRONIC BOOK STORE FOR VIRTUAL DEPARTMENT SUPPORT Volkov A.V.	229
INTERPRETATION OF SCHOOL GEOMETRY TEXT USING APPLIED ONTOLOGY Kurbatov S.S., Vorobyev A.B.	235
ONTOLOGY-BASED DESIGN OF INTELLIGENT SYSTEMS FOR EDUCATIONAL PURPOSES Guliakina N.A., Grakova N.V., Pivovarchik O.V., Fedotova A.V.	239
ONTOLOGY-BASED DESIGN OF INTELLIGENT SYSTEMS IN THE FIELDS OF HISTORY Hubarevich A.V., Morosin O.L., Lande D.V.	245
INTELLIGENT DECISION SUPPORT SYSTEMS IN MEDICINE: STATE OF THE ART AND BEYOND Efimenko I.V., Khoroshevsky V.F.	251
METHODS AND ALGORITHMS FOR SOLUTION OF PROBLEM OF DIAGNOSTIC INFORMATION GATHERING Kleshev A.S., Shalfeeva E.A.	261
ONTOLOGY-BASED DESIGN OF BATCH MANUFACTURING ENTERPRISES Taberko V.V., Ivanyuk D.S., Rusetski K.V., Shunkevich D.V., Davydenko I.T., Zakharov V.V., Ivashenko V.P., Koronchik D.N.	265
INTELLIGENT MANAGEMENT OF THE RAILWAY TRANSPORTATION PROCESS: OBJECT MODEL Erofeev A.A., Yrofeeva H.	281
THE METHOD OF ENGINEERING TASKS COMPOSITION ON KNOWLEDGE PORTALS Novogrudska R., Globa L.	285
BIG DATA IN SERVICE DELIVERY SYSTEM BY COMMUNICATION OPERATOR Globa L.S., Svetsynska I.S., Volvach I.A.	289
DEVELOPMENT OF SEMANTIC BASIS OF INTELLIGENT SYSTEMS IN THE DESIGN AND PRODUCTION OF ENGINEERING PRODUCTS Shustova D.V., Borgest N.M.	293

METHODS FOR DECISION-MAKING AID IMPLICATING HYPERVARIATIVE DISPLAY TECHNIQUES FOR INTERFACES OF COMPLEX TECHNICAL ARTIFACTS DESIGN SUPPORT SYSTEM	297
Korovin M.D.	
THE INFORMATION SYSTEM OF EVOLUTION CONTROL OF MULTISTAGE PROCESSES OF PRODUCTION AND TECHNICAL SYSTEMS IN FUZZY DYNAMIC ENVIRONMENTS	301
Paluh B.V., Vetrov A.N., Egereva I.A., Kozlova Yu.G.	
THE SIMPLEST PROBLEM OF FUZZY DYNAMICAL SYSTEMS OPTIMAL CONTROL	305
Paluh B.V., Dzyuba S.M., Egereva I.A., Emelyanova I.I.	
DECISION-MAKING OF AGENT WITH SELECTABLE STRUCTURE OF PREFERENCES	309
Vinogradov G.P., Vinogradova N.G., Bogatikov V.N.	
ACTIVITY RECOGNITION BASED ON ARTIFICIAL NEURAL NETWORK APPROACH USING PIQ ROBOT	313
Bezobrazov S., Golovko V., Kislyuk S., Sheleh A.	
SEMANTIC ANALYSIS OF VISUAL SCENE	317
Kharlamov A.A., Jarkoi R.M.	
ANTHROPOMORPHIC CONTROL SYSTEM FOR ROBOTIC COMPLEXES	321
Davydov M.V., Davydova N.S., Osipov A.N.	
ANALYSIS ORDER BOOK WITH A CARD OF KOHONEN	325
Lomakin N.I., Orlova E.R., Neresov V.S., Popova Y.A.	
SOME ASPECTS OF FORMATION KNOWLEDGE BASE INFORMATION ON THE BASIS OF USE OPTICAL-ELECTRONIC DEVICES OF TV AND MM PATHS	329
Gofaizen O., Pyliavskiy V., Forostenko M.	
ASSOCIATIVE RELATIONS IN THE ASSESSMENT	333
Gofaizen O., Osharovska O., Patlayenko M., Pyliavskiy V.	
METHODS FOR SEARCHING KEY POINTS IN IMAGES	337
Mikhaylov A.V., Kovalenko P.O., Kataev A.V., Rozaliev V.L.	
ONTOLOGY-BASED RISK ANALYSIS SYSTEM CONCEPT	341
Grabusts P., Uzhga-Rebrov O.	
DECISION-MAKING SUPPORT FOR STRATEGIC PLANNING	347
Tsyganok V.	
USAGE OF DECISION SUPPORT TECHNOLOGIES IN INFORMATION SECURITY DOMAIN: OPPORTUNITIES AND PROSPECTS	353
Kadenko S.V.	

USAGE OF EXPERT DECISION-MAKING SUPPORT SYSTEMS IN INFORMATION OPERATIONS DETECTION	359
Andriichuk O.V., Kachanov P.T.	
COGNITIVE ONTOLOGY OF INFORMATION SECURITY PRIORITIES IN SOCIAL NETWORKS	365
Aktayeva A., Makulbek N., Shatenova G., Galiyeva N., Naraliyev N., Baiman G.	
THESAURUS OF THE DISCIPLINE ON INFORMATION SECURITY MANAGEMENT SYSTEM	371
Niyazova R.S., Sexenbayeva A.K., Baigabyl U.D., Iskakova D.B.	
ELEMENTS OF INFORMATION SECURITY IN INTEGRATION CORPORATE INFORMATION SYSTEM ON BASE OF INTELLIGENCE TECHNOLOGIES USE	377
Vishniakou U.A., Gondagh Sas M.M., Mozdurani M.G. Shiraz	
THE PRINCIPLES OF BUILDING PERSONAL DATA INTEGRATORS USING OSTIS TECHNOLOGY	381
Titenkov P.V., Kaeshko A.I.	
INTELLIGENT ENVIRONMENT OF SYSTEM-SITUATION MANAGEMENT OF COMPLEX SOCIO-TECHNICAL SYSTEM USING MULTILEVEL SEMANTIC NETS	389
Borodulina E.N.	
AUTOMATIC MULTILINGUAL WEB DOCUMENTS METADATA EXTRACTION	393
Mukhamedshin D.R., Kurmanbakiev M.I., Gataullin R.R.	
DEVELOPMENT OF INTELLIGENT AUTOMATED SYSTEMS OF COMMUNICATION CONTROL	397
Efimov V.V., Sukhanov A.V., Osovetsky L.G.	
ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS FOR EVALUATION OF PSYCHOPHYSIOLOGICAL STATE	399
Poryadin A.E., Sidorkina I.G.	
CONTROLLING THE CORRECTNESS OF PHYSICAL EXERCISES USING MICROSOFT KINECT	403
Vybornyi A.I., Rozaliev V.L., Orlova Yu.A., Zaboleeva-Zotova A.V., Petrovsky A.B.	
FINDING GEOMETRIC PARAMETERS OF THE VERTEBRAE ON SPINE X-RAY PROFILE PICTURES	407
Kurachka K.S., Tsalka I.M.	
THE INTRODUCTION OF INTELLIGENT PREDICTION AS THE RENDERING TECHNOLOGY COMPONENT HEAT FLOWS	411
Sorokin O.L., Sidorkina I.G.	
SEMANTIC MODEL FOR HIGH-LEVEL SYNTHESIS OF DATAFLOW PIPELINES	415
Prihozhy A.A., Karasik O.N., Frolov O.M.	

FROM LINGUISTIC RELATIVITY TO ONTOLOGICAL Starzhinsky V.P.	421
THE STUDY OF TERMINOLOGICAL\ NETWORK CLUSTERING Dmitriev K.A.	427
ALGORITHM OF PRIMARY SEMANTIC STRUCTURE SEPARATION WITHIN COLLECTION OF DEFINITIONS Tuzikova A.V.	431
VISUAL COGNITIVE SYSTEMS FOR SIMULATION OF SEMISTRUCTURED SUBJECT DOMAINS Mehantseva T.A.	435
AUTHOR INDEX	439

ПРЕДИСЛОВИЕ

Основным практическим результатом исследований в области искусственного интеллекта является разработка не только интеллектуальных систем, но и технологий, обеспечивающих быстрое и качественное построение таких систем. Создание указанных технологий требует решения следующих задач:

- чёткого выделения логико-семантического уровня интеллектуальных систем, который абстрагируется от всевозможных вариантов технической реализации этих систем (в том числе и от использования принципиально новых компьютеров, ориентированных на аппаратную поддержку интеллектуальных систем);
- разработки онтологии проектирования интеллектуальных систем и унификации описания логико-семантических моделей интеллектуальных систем;
- обеспечения платформенно независимого характера логического проектирования интеллектуальных систем, результатом которого является унифицированное описание логико-семантических моделей проектируемых интеллектуальных систем;
- использования методики компонентного проектирования интеллектуальных систем, в основе которой лежит постоянно пополняемая библиотека многократно используемых компонентов интеллектуальных систем (многократно используемых подсистем, компонентов баз знаний, агентов обработки знаний, компонентов пользовательских интерфейсов);
- обеспечения семантической совместимости многократно используемых компонентов интеллектуальных систем и семантической совместимости самих интеллектуальных систем и технологий их проектирования.

Основной целью ежегодных международных научно-технических конференций OSTIS (Open Semantic Technology for Intelligent Systems) является создание условий для расширения сотрудничества различных научных школ, вузов и коммерческих организаций, направленного на разработку и применение массовых и постоянно совершенствуемых технологий компонентного проектирования интеллектуальных систем.

Основной темой VII конференции OSTIS является онтологическое проектирование интеллектуальных систем и их компонентов.

VII конференция OSTIS посвящается памяти Аркадия Николаевича Борисова — профессора Рижского Технического университета, доктора технических наук, хабилитированного доктора компьютерных наук.

Председатель Программного комитета конференции OSTIS-2017
Председатель Совета Российской ассоциации искусственного интеллекта
Кузнецов Олег Петрович

FOREWORD

Development of not only intelligent systems but also technologies that ensure fast and efficient construction of intelligent systems is the main practical result of research in the artificial intelligence. Development of these technologies requires the following tasks solution:

- precise separation of logical-semantic level of intelligent systems, which is abstracted from various variants of the technical implementation of these systems (including the use of innovative computer-based hardware support for intelligent Systems);
- development of the ontology of intelligent systems design and unification of intelligent systems logical-semantic models description;
- providing of a platform independent nature of the logical design of intelligent systems, which result is a unified description of logical-semantic models of intelligent systems;
- use of a component design methodology of intelligent systems, which is based on permanently expanding library of reusable components of intelligent systems (reusable subsystems, knowledge bases components, knowledge processing agents, user interfaces components);
- ensuring of semantic compatibility of reusable components of intelligent systems and semantic compatibility of these intelligent systems and technologies of such systems design.

Creating the conditions for the expansion of cooperation between different scientific schools, universities and business organizations, aimed on the development and using of mass and continuously improved component design technologies for intelligent systems is the main purpose of annual international scientific and technical conferences OSTIS (Open Semantic Technology for Intelligent Systems).

The main topic of the VII OSTIS Conference is an ontology-based design of intelligent systems and their components.

VII OSTIS Conference is dedicated to the memory of Arkady Nikolaevich Borisov - professor of Riga Technical university, doctor of technical sciences, habilitated doctor of computer science.

Programme Committee Chair.

Chairman of the Council of the Russian Association for Artificial Intelligence

Kuznetsov Oleg Petrovich

Intelligent Learning and Testing Predictive System with Cognitive Component

Anna E. Yankovskaya^{*†‡§} Alexander A. Shelupanov[‡], Yury A. Shurygin[‡], Yury N. Dementiev[§],
Artem V. Yamshanov[‡] and Danil Y. Lyapunov^{‡§}

^{*}Tomsk State University of Architecture and Building, 2 Solianaya Sq., Tomsk, Russian

[†]National Research Tomsk State University, 36 Lenin Ave., Tomsk, Russia

[‡]Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, 40 Lenin Ave., Tomsk, Russia

[§]National Research Tomsk Polytechnic University, 30 Lenin Ave., Tomsk, Russia

Email: ayyankov@gmail.com

Abstract—In this paper an intelligent learning and testing predictive system with cognitive components used within the framework of blended learning paradigm is proposed. Current development trends in the field of effective learning technologies implementing student-oriented approach are identified. The developed system will enable the students not only to acquire the necessary competences within the subject area, but also to identify their successful educational approaches thus achieving significant results. Storage of knowledge is carried out by means of a semantic network, which allows establishing the correspondence between the material studied and acquired knowledge.

Index Terms—intelligent learning and testing predictive system, cognitive graphic tools, blended learning, mixed diagnostic tests, semantic network, 2-simplex prism, e-learning course, student-oriented approach, learning results prediction.

I. INTRODUCTION

All human activities are focused on the cognition process and the transformation of the world. Therefore, content that we, teachers, deliver to the student must be relevant, demanded and timely to solve emerging problems and to face challenges of the modern world. High-quality e-learning courses development based on intelligent learning and testing predictive systems with effective content delivery to the learner is a promising area of the modern teacher's activity [1]. Currently, the roles teacher plays in the learning process are as follows: 1) a teacher; 2) a content developer; 3) a motivator; 4) a moderator; 5) a business coach; 6) a scientist.

Broad field of students' cognitive activities may disorient them and lower their motivation. Therefore, a tool that offers teaching methods peculiar to a particular person facilitating to achieve the desired learning outcomes is required. The outcomes are described in a syllabus of a discipline and are formulated, taking into account the individual characteristics of a particular student.

Nowadays there is a demand in intelligent learning and testing systems development. They are in demand not only for learners, but also for teachers and specialists in various problem areas [2], [1]. Modern information technologies offer new opportunities for education and training. The teacher, using the paradigm of blended education and training with intelligent learning and testing systems support, provides face-

to-face activities in the classroom and also develops the high quality content for the systems under study [1].

Blended learning paradigm within the framework of a modern university education encourages the development of effective distance learning methods for a large number of students with different activities [3]. In this regard, the development and use of online tests for learning and training is an urgent task for teachers and web programmers [4]. Cognitive graphic tools allow either to observe the solution immediately or to acquire a hint to its location [5]. That will enhance students' motivation and correct, if necessary, an individual learning trajectory.

The fundamentals of intelligent learning and testing predictive system with cognitive component are presented. The research results on the course "Selected chapters of electronics" using 2-simplex prism are also given herein.

II. BASIC TERMS AND DEFINITIONS

We introduce a series of concepts and definitions for further use.

Learner is a person to be trained, for example, a student at the university.

Learning object is a question presented to a learner.

Learning pattern is a decision made by a learner.

Teacher is a person who conducts or supports learning process.

Diagnostic test is a set of features which differentiate any pairs of objects belonging to different patterns.

Unconditional diagnostic test is a test in which the order of the questions is not important.

Conditional diagnostic test is a test in which each further question in a chain of questions is dependent on the results obtained on the previous stages of testing.

Mixed diagnostic test is an optimal combination of unconditional and conditional diagnostic test components [6].

III. PRINCIPLES OF LEARNING, TESTING AND RESULTS EVALUATION

Using a variety of electronic resources and innovative teaching methods in the classroom within the framework of syllabus the specific discipline may serve as an illustrative example

of blended learning model. Students and teachers are a part of the modern information society, which is characterized by an excess of information. That causes students' intellectual overloading. In this context, a key challenge is the development of educational content; methods of interaction between the teacher and the student and tests designed to evaluate the knowledge acquired by students. That requires significant time, cost and intellectual efforts [1], [3].

The growing interest in the development and the use of intelligent learning and testing systems stimulates the need for cognitive graphic tools that allow visualizing, analyzing and validation of the key performance indicators of the learning process. The indicators are as follows: the level of acquired knowledge, skills, competences and their combination. Moreover the system under study is able to predict the further effective education trajectory for each respondent [7].

Note that the learning cycle is represented via the 5 stages [8]:

- 1) Background knowledge activation on the course's topic.
- 2) Theoretical input: basic educational material introduction.
- 3) Understanding control, semantization and consolidation of theoretical material.
- 4) Simulation and case studies.
- 5) Acquired knowledge and skills application.

The proposed intelligent learning and testing predictive system allows to control the learning process at each stage of the learning cycle either by a teacher, or directly by the student.

The respondents assess their results within a particular module of the course and explore the prospects for further intellectual development on the basis of assignments performance and test results at each stage of learning cycle. The learning results prediction is implemented by the system under study in a certain direction of development. The next development directions are suggested to the students: 1) research, 2) practical, 3) teaching and 4) managing activities. Thus, the the system under study contributes to the development of the skills and aptitudes which are most expressed in particular student. That is detected by the tests results analysis and represented via cognitive graphic tool 2-simplex prism [3].

2-simplex prism is a triangular prism which has identical equilateral triangles (2-simplices) in its bases.

Thus, the intelligent system, focused on the learning, testing and prediction of learning outcomes is a means of training, validation of learning outcomes and constructing of individual learning trajectory. That, in turn, is a source of students' motivation. For teachers, such a system is a modern tool of analysis and efficacy improvement of teaching and learning processes. That significantly reduces the time and cost.

An alternative to students' knowledge data storage of the course is a semantic network which is described in the paper [9].

Motivation is an important issue of mastering a given discipline. The above approach creates further value attitudes

of each student, facilitating further educational activities, according to learning trajectory designed.

An analogue approach in the field of technical disciplines is the method of dynamical programming, where the object is splitted into interconnected and interdependent parts. In the case under study each part is one more step towards the learning goals. Thus, with the current performance level of the student's knowledge and the trend of development, the student can identify forward-looking learning trajectory to develop their knowledge, skills and competencies in the desired direction, and follow it, providing the necessary control at each stage of the educational process.

It should be noted that the problem of information security is relevant in particular in the field of learning technology [10]. Data safety about the learning process and outcomes of each student is essential for reliable operation of the intelligent learning and testing predictive system at each stage of education. Information attack can damage the data, mix them. That leads to a distortion of the student's learning trajectory. This may entail psychological consequences both for students and teachers.

The system under study is aimed at arousing the students' endeavor to comprehend the discipline, to reach the learning goals both by students and teachers.

The value of knowledge acquired is determined by the student's ability to apply them in practice. That is an additional stimulus to the expansion of scientific and professional horizons.

The quality of the learning process is largely depends on students' goal setting. That needs to be written in detail in the syllabus of the discipline. The syllabus should be designed both for the student and for the teacher.

The student recognizes and applies sustainable successful learning methods on the basis of the learning results analysis. The predicted level of knowledge in the future depends on the current one which serves as a sort of initial conditions for each step of learning process. Within the framework of the course "Selected Chapters of Electronics" the following knowledge components were identified: 1) knowledge of theory, 2) problem solving skills and 3) laboratory work performance. The use of a 2-simplex prism to display the results on the above components allows visualizing and evaluating the individual learning trajectory.

The facets of the 2-simplex prism correspond to the evaluation of theoretical knowledge, skills to solve problems, and laboratory work performance skills. A point in the space of these components at a particular time instant, corresponds to the current evaluation of the above components combinations. That is illustrated via 2-simplex prism. In the process of learning the position of the point can vary depending on the students' values correction. Preferably, the position of the point should be within the area of tolerance.

However, the student could initiate some preferences in the learning process. For example, with poor theory knowledge, the student may solve the problems well and is very successful in experimental studies. In this case, the learning trajectory

varies with orientation on practical activities. However, the system does not allow the student to get an evaluation based on 2-simplex prism, if he does not achieve acceptable results in the theoretical component of the course. Emphasizing the problems solving component leads to a positive impact on the other components. At the same time, given the coordinates of the level of knowledge at the previous learning step and development trend, the value of further level of knowledge, including all three components at a later stage could be predicted. Increasing the value of one component inevitably affects the other one.

As a result the students acquire the motivation to do more in their studies. Thus, the individual learning trajectory is constructed. Among the students' professional preferences the next ones could be outlined: 1) researcher, 2) specialist, 3) educator. This classification of learning trajectories can effectively orient the student to further professional activity.

Note the necessary components for intelligent learning and testing system with cognitive component construction.

To assess the student a bank of mixed diagnostic tests is needed. These tests are formed in such a way that students develop essential skills and abilities they need at the moment according to the individual learning trajectory, taking into account the current level of knowledge. If unconditional diagnostic test is performed successfully, the student is allowed to perform a conditional diagnostic test components which is evaluated using a mathematical apparatus, based on a combination of threshold and fuzzy logics [11].

Conditional diagnostic test is represented via interconnected and interdependent test questions that form the individual trajectory of passing the test. During testing, the system under study may return the student to any of the previous stages when the wrong answer to the current question is given. That reveals to undertaking the necessary additional training.

IV. FUNDAMENTALS OF CONSTRUCTION OF INTELLIGENT LEARNING AND TESTING PREDICTIVE SYSTEM WITH COGNITIVE COMPONENT

A block diagram of intelligent learning and testing predictive system with cognitive component is shown in Fig. 1.

A sequence of training (testing) of respondents in the developed system is as follows:

- 1) Respondent learns the discipline of interest or its module. Substantially, learning course in a related discipline may be submitted by the text with additional interactive and multimedia content. For the learning course storage the semantic knowledge representation model described in the paper [9] is used. This component is provided by a learning module.
- 2) On the basis of learning content the unconditional diagnostic test is constructed. In this case the sequence of test questions given to a student is not important. The learner answers the questions contained in the test of the unconditional component of the test. The present stage and the next two ones are provided using testing module.

- 3) The transition to the conditional diagnostic test component is performed. The previous answer determines the next test question of the interconnected and interdependent set of questions. Conditional diagnostic test component comprises: 1) questions of different level of complexity, related to the knowledge acquired using unconditional diagnostic test component; 2) questions evaluating the knowledge application to a particular task, combining already acquired competences.
- 4) During the test the database records all the steps that the respondent performs. This level of detailization is not necessary to calculate the respondent's assessment. Although it could be essentially useful for a researcher or teacher. On the basis of this sequence of steps, and the respondent's decisions the respondent's action card (RAC) is formed.
- 5) After completing all the tests the RAC is projected into a set of evaluation coefficients which determine how well the respondent copes with a variety of tasks on the basis of the following capabilities: 1) knowledge of theory, 2) problem solving skills and 3) laboratory work performance. At this stage the further trajectory of learning process is constructed. Pattern recognition module is responsible for this step.
- 6) After completion of the learning and testing the network of proven knowledge, RAC interpretation and calculated coefficients are shown to the respondent. The coefficients are visualized using 2-simplex prism. Comparison of the RAC and the semantic network of the course allows tracing between the material learned and the knowledge acquired, thus, indicating the gaps in knowledge. Further, if the respondent have module of the course which was not comprehended, or the test was not successfully passed, he can continue learning, returning to step 1. In this case, the student himself is involved in the decision-making process. He analyzes the results and seeing his perspectives, chooses his future scenario development. This step is attributed to results interpreting module.
- 7) In the case of successful tests completion throughout the course of study that the subject matter is considered successfully studied and the respondent has comprehended the learning course (with possible assumptions). In this case the overall learning process result can be represented as an average assessment through all the stages of learning and testing process, performed by the respondent.

V. COGNITIVE VISUALIZATION OF LEARNING OUTCOMES AND THEIR PREDICTION

The first and most complete application of the 2-simplex prism for the discipline "Power Electronics" is described in the publication [12]. In this paper, we use a number of fragments from the publication [12] required for further discussion. Example of learning trajectories using 2-simplex prism, based

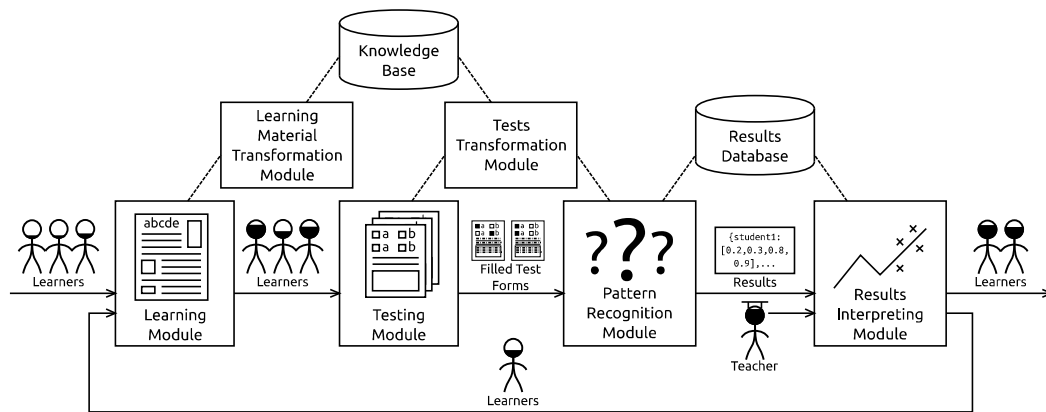


Figure 1. Block diagram of intelligent learning and testing predictive system with cognitive component

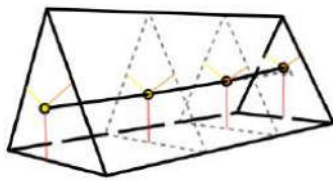


Figure 2. Using a 2-simplex prism to form a learning trajectory

on actual learning results, obtained with the use of mixed diagnostic tests is shown in Fig. 2.

The results of each of the four tests are shown in the form of points in a 2-simplices disposed on cross-sections of 2-simplex prism. Each face of the 2-simplex prism corresponds to one of the three patterns. For the majority of subjects taught in the universities, the following indicators are proposed to measure the knowledge level of the respondents: knowledge of theory (represented by red color in Fig. 2), problem solving skills (represented by yellow color), laboratory work performance (represented by green color). Each indicator is associated with corresponding pattern. The distance from the base of a 2-simplex prism to a specific 2-simplex corresponds to the time step from the start of learning to the particular testing (prediction). The height of the 2-simplex prism corresponds to total learning time plus the time interval after finishing the course. This time interval is used to represent the future results of the respondent.

A polyline within 2-simplex prism displays the evolution of the knowledge of the respondent. To assess the quality of the prediction for the last step the two lines used: solid and dashed. The solid line shows the progress of learning, revealed on the basis of the respondent's testing. The dashed line shows the prediction of the learning progress based on the previous performance of respondent. Confidence area of the prediction is presented by a triangle which consists of the dashed line segments.

Nowadays main aims are the following: cognitive graphic tools integration in the education process and estimation of

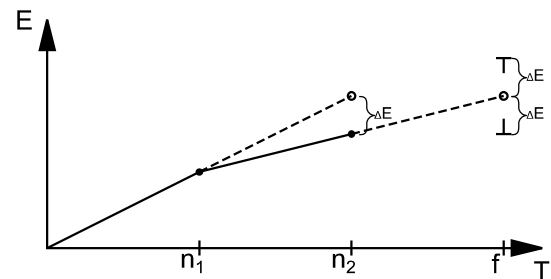


Figure 3. Example of confidence region prediction calculation.

an influence of learning process trajectory and its prediction visualization given for students on the speed of their learning. So, a quite simple prediction model for a learning process is used: 1) polynomial extrapolation is used; 2) learning axes are considered as absolutely orthogonal and independent and the values for each axis are predicted independently from other. The prediction model takes into account a history of testing results which a student has already obtained and gives a predicted result which a student should reach by the specified date. Polynomial power p is configurable and can be used for its influence estimation on a prediction quality. For a polynomial function the last $p+1$ results of already performed tests by a student for each axis are used. A system of linear equations is constructed based on the polynomial functions and is solved via Gauss method. It should be noticed that k is also configurable, so prediction can be performed for any future step, not only for the next one.

Confidence region prediction is calculated as delta between predicted and real result for the last performed test. Process of this calculation for one axis is shown in Figure 3.

Since the power of the polynomial is adjustable, it is possible to investigate the influence of this parameter on the quality of prediction. An example of the effect of the power of the polynomial on the quality of prediction is depicted in Fig. 4. By varying the power of the polynomial in the prediction process, it was found that for the majority of the

respondents the best prediction is achieved by using a linear polynomial (the polynomial of the first power). This result allows to formulate the hypothesis, that on the basis of the learning progress second derivative it is impossible to reveal the progress of learning. For comprehensive confirmation of the hypothesis the study of prediction in a large number of tests is required. Other models of results prediction should be also applied to enhance the prediction quality.

In most cases the chosen simple prediction model shows appropriate quality of prediction. That is why it will be used in the first version of the intelligent learning technology development. There are good grounds to believe that proposed approach allows to obtain the following results:

- 1) Illustrative representation for a student learning trajectory and trajectories comparison for different students.
- 2) Revealing and representation of a student learning speed.
- 3) Revealing of incorrect test results, e.g. revealing cheating on a test.
- 4) Predicting and modeling of a student learning process.
- 5) Increasing students' motivation to a high-performance learning by in-group competition increasing, which is accessible through providing both a comparison of student's results and other students results.

It should be noticed, that a major part of researches in this area are aimed at the development of visualization tools for teachers and administrators of universities and only minor part of them are aimed at the development for students, until they takes so much benefits for students as for teachers [13], [14]. Results of a few investigations [13], [14] shows advantages of the education model where visual representation for all students personal result is used, especially for e-learning technologies. The main reason why it works is an ability for each student to compare their results with an average and the best results among all students in their group. In paper [15] it is noticed that usage of social technologies allows to support a lot of metacognitive students actions, such as reflexion, planning, self-evaluation and increasing their motivation to learning. Special attention should be concentrated on cognitive graphic tools aimed at motivating the students competitive interests: their usage can increase the students interest to learning (the time spent on self-assessment tests) up to 20% [15].

VI. SPECIFICITY OF SOFTWARE IMPLEMENTATION OF COGNITIVE GRAPHICS TOOLS AND THEIR INTEGRATION

The current software framework for a cognitive graphic tools visualization is written with a usage of JavaScript and WebGL [16]. It has a modular and extensible architecture which is presented in Figure 5. The library consists of three component groups: Input Processors, which make preprocessing data from the intelligent system outputs and serves as integration layer into the system; Scene Compositors, which are responsible for creating, configuring and placement of primitives; and Universal Primitive Library, which contains a lot of common components which are used during any scene creating. As this software version was developed based on

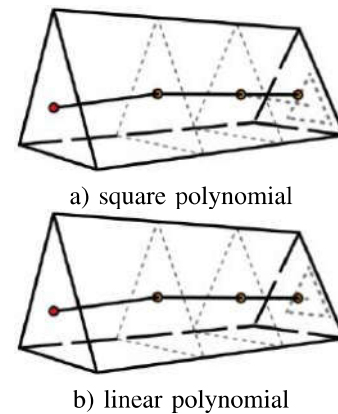


Figure 4. Influence of the polynomial degree on the prediction quality

web-technologies, it is very easy to integrate it into almost all intelligent systems especially web-based ones.

Integration with Moodle requires implementation of the following items:

- 1) Plugin for Moodle on PHP which append loading for our JS-library in front-end HTML-pages, extracts data from Moodle database and transfer them to front-end pages.
- 2) Input processor module on javascript which places HTML-element for the cognitive graphic tool and configures scene base on information acquired from the server-side PHP plugin.

It should be noticed, that all figures are rendered with a usage of visualization library which is currently at the early stage of active development. So they contain some small visualization problems, e.g. incorrect lines overlapping, and some necessary objects do not render at all, e.g. lettering for sides. Interactive demonstration for developed cognitive graphic tool, described in the present paper, is available by URL [17].

VII. CONCLUSION

Current state of research in e-learning area is discussed. The proposed intelligent learning and testing predictive system with cognitive component is designed to enhance the effectiveness of the learning process, to acquire the data for the analysis of the intellectual development of students in the educational process. The results obtained through the application of the system under study will effectively help to design the courses based on the blended learning paradigm. That could be performed by course content enhancement and its delivery improvement. Thus, the system could provide efficacy rise for both the students and the educators, motivating them to achieve their goals in efficient way. Having constant feedback, teachers perform real-time monitoring of the learning process and solve the problems if necessary in a timely manner. Moreover, the individual characteristics of the students will be taken into account and learning preferences in accordance with students' values will be revealed.

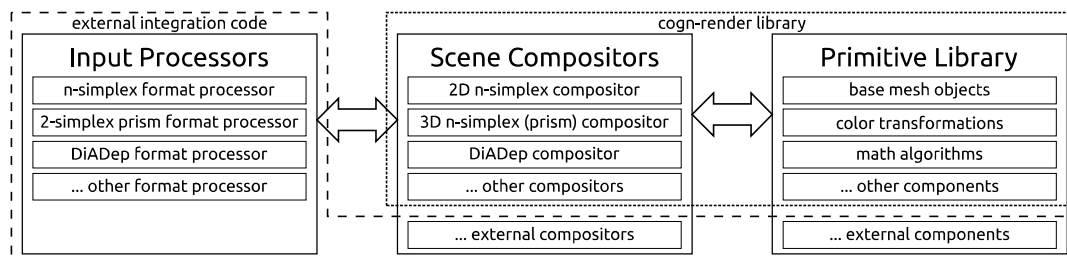


Figure 5. Architecture of library for cognitive tools visualization.

The intelligent system allows identifying the student's value preferences, promoting career guidance and increasing personal effectiveness.

The system under study is offered for the courses: "Discrete Mathematics", "Information Security", "Automation and control", "Power Electronics" and others.

ACKNOWLEDGMENT

This work was supported by the Russian Foundation for Basic Research (project No. 16-07-00859, partially 14-07-00673).

REFERENCES

- [1] P. Brusilovsky, J. Knapp, and J. Gamper, "Supporting teachers as content authors in intelligent educational systems," *International Journal of Knowledge and Learning*, vol. 2, no. 3-4, pp. 191-215, 2006.
- [2] I. Levin, E. Kolberg, and Y. Reich, "Robot control teaching with a state machine-based design method," *International Journal of Engineering Education*, vol. 20, no. 2, pp. 234-243, 2004.
- [3] A. E. Yankovskaya and A. V. Yamshanov, "Primenenie 2-simpleks prizmy dlya issledovaniya i modelirovaniya processa v razlichnykh problemnykh oblastiakh [using of 2-simplex prism for investigation and modelling of process in different problem areas]," in *Proceedings of the Seventh International Conference on Cognitive Science*, Svetlogorsk, 2016, pp. 655-657.
- [4] A. E. Yankovskaya and V. V. Razin, "Learning management system based on mixed diagnostic tests and semantic web technology," *Tomsk State University Journal of Control and Computer Science*, vol. 2, no. 35, pp. 78-88, 2016.
- [5] A. A. Zenkin, *Kognitivnaya kompyuternaya grafika [Cognitive Computer Graphics]*. Nauka, 1991.
- [6] A. E. Yankovskaya, "Design of optimal mixed diagnostic test with reference to the problems of evolutionary computation," in *Design of Optimal Mixed Diagnostic Test With Reference to the Problems of Evolutionary Computation (EVCA'96)*, Moscow, 1996, pp. 292-297.
- [7] A. E. Yankovskaya, Y. N. Dementyev, and A. V. Yamshanov, "Application of learning and testing intelligent system with cognitive component based on mixed diagnostics tests," *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, no. 206, pp. 254-261, 2015.
- [8] M. Plekhanova and E. Prokhorets, "Modeling of electronic courses based on the reflective cycle," *International Journal of Applied and Fundamental Research*, no. 5, pp. 600-604, 2015.
- [9] A. E. Yankovskaya, Y. A. Shurigin, A. V. Yamshanov, and N. M. Krivdyuk, "Opredelenie urovnya usvoennykh znanij po obuchayushhemu kursu, predstavlenному semanticheskoy set'yu [detection of acquired knowledge for learning course presented in semantic network]," in *Proceeding of the Open semantic Technologies for Intelligent Systems (OSTIS-2015)*. Minsk, Belarus: BSUIR, 2015, pp. 331-338.
- [10] A. E. Yankovskaya, A. A. Shelupanov, and V. G. Mironova, "Construction of hybrid intelligent system of express-diagnostics of information security attackers based on the synergy of several sciences and scientific directions," *Pattern Recognition and Image Analysis*, vol. 26, no. 3, pp. 524-532, 2016.
- [11] A. E. Yankovskaya and M. Semenov, "Intelligent system for knowledge estimation on the base of mixed diagnostic tests and elements of fuzzy logic," in *Proceedings of the IASTED International Conference Technology for Education (TE 2011)*, Dallas, USA, 2011, pp. 108-113.
- [12] A. E. Yankovskaya, Y. N. Dementyev, D. Y. Lyapunov, and A. V. Yamshanov, "Intelligent information technology in education," in *Information Technologies in Science, Management, Social Sphere and Medicine (ITSMSSM-2016)*. Tomsk: Atlantis Press, 2016, pp. 17-21.
- [13] H. Zhang and K. Almeroth, "Moodog: Tracking student activity in online course management systems," *Journal of Interactive Learning Research*, vol. 21, no. 3, pp. 407-429, 2010.
- [14] Y. Long and V. Aleven, "Students' understanding of their student model," in *International Conference on Artificial Intelligence in Education*. Springer, 2011, pp. 179-186.
- [15] S. Bull and J. Kay, "Student models that invite the learner in: The smili:() open learner modelling framework," *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, vol. 17, no. 2, pp. 89-120, 2007.
- [16] A. V. Yamshanov, "Specifika realizacii krossplatformennogo frejmvorka dlya vizualizacii kognitivnykh sredstv [software implementation aspects of cross-platform framework for cognitive graphic tools visualization]," in *Prospects of Fundamental Sciences Development XIII International Conference of students, graduate students and young scientists. Russia, Tomsk, April 26-29, 2016.*, vol. 7. Tomsk: National Research Tomsk Polytechnic University, 2016, pp. 129-131.
- [17] (2016) Demo for developed cognitive tool. [Online]. Available: <http://cogntool.tsuab.ru/demos/2-simplex-prediction/>

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ОБУЧАЮЩЕ-ТЕСТИРУЮЩАЯ ПРОГНОЗИРУЮЩАЯ СИСТЕМА С КОГНИТИВНОЙ КОМПОНЕНТОЙ

Янковская А.Е., Шелупанов А.А., Шурыгин Ю.А.,
Деметьев Ю.Н., Ямшанов А.В., Ляпунов Д.Ю.

В статье предлагается интеллектуальная обучающе-тестирующая прогнозирующая система с когнитивными компонентами в рамках парадигмы смешанного образования и обучения. Рассматриваются современные тенденции развития в области эффективных технологий обучения, реализующих личностно-ориентированный подход. Интеллектуальная система позволит обучаемым не только приобрести необходимые компетенции в рамках проблемной области, но и определить успешные образовательные подходы для достижения высоких результатов. Хранение знаний обучаемых осуществляется с использованием семантической сети, которая позволяет установить соответствие между изученным материалом и полученными знаниями. Интеллектуальная система предлагается для организации процесса обучения в высших учебных заведениях различного профиля.

Научное периодическое издание

Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем

Open Semantic Technologies for Intelligent Systems

МАТЕРИАЛЫ
МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

Выпуск 1

(Минск, 16–18 февраля 2017 года)

В авторской редакции
Ответственный за выпуск *В. В. Голенков*
Компьютерная верстка *Н. В. Гракова, А. В. Губаревич*

Подписано в печать 10.02.2015. Формат 60×84 1/8. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».
Отпечатано на ризографе. Усл. печ. л. 72,54. Уч.-изд. л. 63,3. Тираж 140 экз. Заказ 30.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования
«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий №1/238 от 24.03.2014,
№2/113 от 07.04.2014, №3/615 от 7.04.2014.
ЛИ №02330/264 от 14.04.2014.
220013, Минск, П. Бровки, 6