



Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники



РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ
ФАКУЛЬТЕТ



РАДИОКОНСТРУКТОРСКИЙ
ФАКУЛЬТЕТ



ФАКУЛЬТЕТ
ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ



ФАКУЛЬТЕТ
СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ



ФАКУЛЬТЕТ
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ



ГУМАНИТАРНЫЙ
ФАКУЛЬТЕТ



ФАКУЛЬТЕТ
БЕЗОПАСНОСТИ



ЭКОНОМИЧЕСКИЙ
ФАКУЛЬТЕТ



ФАКУЛЬТЕТ
ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ



ЮРИДИЧЕСКИЙ
ФАКУЛЬТЕТ



ЗАОЧНЫЙ И ВЕЧЕРНИЙ
ФАКУЛЬТЕТ



ФАКУЛЬТЕТ
ДИСТАНЦИОННОГО
ОБУЧЕНИЯ



**ВЫБИРАЯ БУДУЩЕЕ,
ВЫБИРАЙ TUSUR!**

634050, г. Томск, пр. Ленина, 40, каб. 129
Телефон/Факс: (3822) 900-100

E-mail: onir@main.tusur.ru
Сайт: <http://tusur.ru/>

Информационный центр абитуриента: **magistrant.tusur.ru**

Сборник избранных статей научной сессии TUSURa



ПО МАТЕРИАЛАМ МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
СТУДЕНТОВ, АСПИРАНТОВ
И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

«НАУЧНАЯ СЕССИЯ TUSUR–2019»

г. Томск, 22–24 мая 2019 г.

(в двух частях)

ЧАСТЬ 2

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)»

Сборник избранных статей научной сессии ТУСУРа

**по материалам
Международной научно-технической конференции
студентов, аспирантов и молодых ученых
«Научная сессия ТУСУР–2019»**

22–24 мая 2019 г., г. Томск

В двух частях

Часть 2

**В-Спектр
2019**

УДК 621.37/.39+681.518 (063)

ББК 32.84я431+32.988я431

С 23

С 23 Сборник избранных статей научной сессии ТУСУРа (Томск, 22–24 мая 2019 г.); в 2 ч. – Томск: В-Спектр, 2019. – Ч. 2. – 244 с.

ISBN 978-5-91191-410-3

ISBN 978-5-91191-412-7 (Ч. 2)

Сборник включает избранные статьи по итогам Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Конференция посвящена различным аспектам разработки, исследования и практического применения радиотехнических, телевизионных и телекоммуникационных систем и устройств, сетей электро- и радиосвязи, вопросам проектирования и технологии радиоэлектронных средств, аудиовизуальной техники, бытовой радиоэлектронной аппаратуры, а также автоматизированных систем управления и проектирования. Рассматриваются проблемы электроники СВЧ- и акустооптоэлектроники, нанофотоники, физической, плазменной, квантовой, промышленной электроники, радиотехники, информационно-измерительных приборов и устройств, распределенных информационных технологий, вычислительного интеллекта, автоматизации технологических процессов, в частности, в системах управления и проектирования, информационной безопасности и защиты информации. Представлены статьи по математическому моделированию в технике, экономике и менеджменте, антикризисному управлению, правовым проблемам современной России, автоматизации управления в технике и образовании, а также работы, касающиеся социокультурных проблем современности, экологии, мониторинга окружающей среды и безопасности жизнедеятельности.

УДК 621.37/.39+681.518 (063)

ББК 32.84я431+32.988я431

ISBN 978-5-91191-410-3

ISBN 978-5-91191-412-7 (Ч. 2)

© Том. гос. ун-т систем управления
и радиоэлектроники, 2019

Сборник избранных статей научной сессии ТУСУР

по материалам

**Международной научно-технической конференции
студентов, аспирантов и молодых ученых
«Научная сессия ТУСУР–2019», 22–24 мая 2019 г.**

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ

- Шелупанов А.А. – председатель Программного комитета, ректор ТУСУРа, директор Института системной интеграции и безопасности, председатель правления Томского профессорского собрания, д.т.н., проф.;
- Рулевский В.М. – заместитель председателя Программного комитета, проректор по научной работе и инновациям ТУСУРа, к.т.н.;
- Абдрахманова М.В., директор библиотеки ТУСУРа;
- Афонасова М.А., зав. каф. менеджмента ТУСУРа, д.э.н., проф.;
- Бабур-Карателли Г.П., к.т.н., PhD (TU Delft), научный сотрудник каф. ТОР ТУСУРа;
- Беляев Б.А., зав. лаб. электродинамики и СВЧ-электроники Ин-та физики СО РАН, д.т.н., г. Красноярск;
- Васильковская Н.Б., доцент каф. экономики ТУСУРа, к.э.н.;
- Голиков А.М., доцент каф. РТС ТУСУРа, к.т.н.;
- Грик Н.А., зав. каф. ИСР ТУСУРа, д.и.н., проф.;
- Давыдова Е.М., декан ФБ, доцент каф. КИБЭВС ТУСУРа, к.т.н.;
- Демидов А.Я., проф. каф. ТОР ТУСУРа, к.ф.-м.н., доцент;
- Дмитриев В.М., проф. каф. КСУП ТУСУРа, д.т.н.;
- Дробот П.Н., доцент каф. УИ ТУСУРа, к.ф.-м.н.;
- Еханин С.Г., проф. каф. КУДР ТУСУРа, д.ф.-м.н., доцент;
- Заболоцкий А.М., проф. каф. ТУ ТУСУРа, д.т.н.;
- Зариковская Н.В., доцент каф. ЭМИС ТУСУРа, к.ф.-м.н.;
- Исакова А.И., доцент каф. АСУ ТУСУРа, к.т.н.;
- Карателли Д., PhD (Sapienza University of Rome), технический директор компании «The Antenna Company Nederland B.V.»;
- Карташев А.Г., проф. каф. РЭТЭМ ТУСУРа, д.б.н.;
- Катаев М.Ю., проф. каф. АСУ ТУСУРа, д.т.н.;
- Коцубинский В.П., зам. зав. каф. КСУП, доцент каф. КСУП ТУСУРа, к.т.н.;
- Красинский С.Л., декан ЮФ ТУСУРа, к.и.н.;
- Лоцилов А.Г., зав. каф. КУДР, начальник СКБ «Смена» ТУСУРа, к.т.н.;
- Лукин В.П., зав. лаб. когерентной и адаптивной оптики ИОА СО РАН, Почетный член Американского оптического общества, д.ф.-м.н., профессор, г. Томск;

- Малюк А.А., проф. каф. «Кибербезопасность» НИЯУ МИФИ, к.т.н., г. Москва;
- Малютин Н.Д., гл.н.с. НИИ систем электрической связи, проф. каф. КУДР ТУСУРа, д.т.н.;
- Медовник А.В., начальник научного управления ТУСУРа, к.т.н.;
- Михальченко Г.Я., директор НИИ ПрЭ ТУСУРа, д.т.н., проф.;
- Мицель А.А., проф. каф. АСУ ТУСУРа, д.т.н.;
- Мозгунов А.В., начальник ОНиР ТУСУРа;
- Озеркин Д.В., декан РКФ ТУСУРа, к.т.н., доцент;
- Покровская Е.М., зав. каф. ИЯ ТУСУРа, доцент, к.филос.н.;
- Разинкин В.П., проф. каф. ТОР НГТУ, д.т.н., г. Новосибирск;
- Ромашко Р.В., член-корреспондент РАН, член Президиума ДВО РАН, проф. ДВФУ, д.ф.-м.н., проф., г. Владивосток;
- Семенов В.Д., проф. каф. ПрЭ ТУСУРа, к.т.н.;
- Семенов Э.В., проф. каф. РЗИ ТУСУРа, д.т.н., доцент;
- Сенченко П.В., декан ФСУ, доцент каф. АОИ ТУСУРа, к.т.н.;
- Суслова Т.И., декан ГФ, зав. каф. ФиС ТУСУРа, д.филос.н., проф.;
- Троян П.Е., директор департамента образования, зав. каф. ФЭ, д.т.н., проф.;
- Хаминов Д.В., зав. каф. ТП ТУСУРа, к.и.н.;
- Ходашинский И.А., проф. каф. КИБЭВС ТУСУРа, д.т.н.;
- Шарангович С.Н., проф., зав. каф. СВЧиКР ТУСУРа, к.ф.-м.н.;
- Шостак А.С., проф. каф. КИПР ТУСУРа, д.т.н.
- Шурыгин Ю.А., директор департамента управления и стратегического развития ТУСУРа, зав. каф. КСУП ТУСУРа, д.т.н., проф.

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

- Шелупанов А.А. - председатель Организационного комитета, ректор ТУСУРа, директор Института системной интеграции и безопасности, председатель правления Томского профессорского собрания, д.т.н., проф.;
- Рулевский В.М. – заместитель председателя Организационного комитета, проректор по научной работе и инновациям ТУСУРа, к.т.н.;
- Медовник А.В., начальник научного управления ТУСУРа, к.т.н.;
- Коротина Т.Ю., заведующая аспирантурой и докторантурой ТУСУРа, к.т.н.;
- Юрченкова Е.А., вед. инженер ОППО ТУСУРа, к.х.н.;
- Боберь Ю.Н., инженер ОППО ТУСУРа;
- Покровская Е.М., зав. каф. ИЯ ТУСУРа, доцент, к.филос.н.

СЕКЦИИ КОНФЕРЕНЦИИ

Секция 1. Радиотехника и связь

Подсекция 1.1. Радиотехнические системы и распространение радиоволн. Председатель секции – Тисленко Владимир Ильич, проф. каф. РТС, д.т.н.; зам. председателя – Захаров Фёдор Николаевич, доцент каф. РТС, к.т.н.

Подсекция 1.2. Проектирование и эксплуатация радиоэлектронных средств. Председатель секции – Шостак Аркадий Степанович, проф. каф. КИПР, д.т.н.; зам. председателя – Озёркин Денис Витальевич, декан РКФ, доцент, к.т.н.

Подсекция 1.3. Радиотехника. Председатель секции – Семенов Эдуард Валерьевич, проф. каф. РСС, доцент, д.т.н.; зам. председателя – Артищев Сергей Александрович, доцент каф. РСС, м.н.с. СКБ «Смена», к.т.н.

Подсекция 1.5. Аудиовизуальная техника, цифровое телерадиовещание и информационный сервис. Председатель секции – Курячий Михаил Иванович, доцент каф. ТУ, к.т.н.; зам. председателя – Костевич Анатолий Геннадьевич, доцент каф. ТУ, к.т.н., с.н.с.

Подсекция 1.6. Инфокоммуникационные технологии и системы широкополосного беспроводного доступа. Председатель секции – Демидов Анатолий Яковлевич, зав. каф. ТОР, к.ф.-м.н.; зам. председателя – Рогожников Евгений Васильевич, доцент каф. ТОР, к.т.н.

Подсекция 1.7. Робототехника. Председатель секции – Коцубинский Владислав Петрович, доцент каф. КСУП, к.т.н.

Подсекция 1.8. Интеллектуальные системы проектирования технических устройств. Председатель секции – Шурыгин Юрий Алексеевич, директор департамента управления и стратегического развития ТУСУРа, зав. каф. КСУП, д.т.н., проф.; зам. председателя – Черкашин Михаил Владимирович, доцент каф. КСУП, к.т.н.

Секция 2. Электроника и приборостроение

Подсекция 2.1. Проектирование биомедицинских электронных и нанoeлектронных средств. Председатель секции – Еханин Сергей Георгиевич, проф. каф. КУДР, д.ф.-м.н. доцент; зам. председателя – Романовский Михаил Николаевич, доцент каф. КУДР, к.т.н., доцент.

Подсекция 2.2. Разработка контрольно-измерительной аппаратуры. Председатель секции – Лошилов Антон Геннадьевич, зав. каф. КУДР, начальник СКБ «Смена», к.т.н.; зам. председателя – Бомбизов Александр Александрович, доцент каф. КУДР, с.н.с. СКБ «Смена», к.т.н.

Подсекция 2.3. Физическая и плазменная электроника. Председатель секции – Троян Павел Ефимович, директор департамента образования, зав. каф. ФЭ, д.т.н., проф.; зам. председателя – Смирнов Серафим Всеволодович, проф. каф. ФЭ, д.т.н., проф.

Подсекция 2.4. Промышленная электроника. Председатель секции – Михальченко Геннадий Яковлевич, директор НИИ ПрЭ, д.т.н., проф.; зам. председателя – Семёнов Валерий Дмитриевич, проф. каф. ПрЭ, к.т.н.

Подсекция 2.5. Оптические информационные технологии, нанофотоника и оптоэлектроника. Председатель секции – Шارانгович Сергей Николаевич, проф., зав. каф. СВЧиКР, к.ф.-м.н.; зам. председателя – Перин Антон Сергеевич, доцент каф. СВЧиКР, к.т.н.

Подсекция 2.6. Электромагнитная совместимость. Председатель секции – Заболоцкий Александр Михайлович, проф. каф. ТУ, д.т.н.; зам. председателя – Куксенко Сергей Петрович, доцент каф. ТУ, к.т.н.

Подсекция 2.7. Светодиоды и светотехнические устройства. Председатель секции – Туев Василий Иванович, зав. каф. РЭТЭМ, д.т.н.; зам. председателя – Вилисов Анатолий Александрович, проф. каф. РЭТЭМ, д.т.н.

Секция 3. Информационные технологии и системы

Подсекция 3.1. Интегрированные информационно-управляющие системы. Председатель секции – Катаев Михаил Юрьевич, проф. каф. АСУ, д.т.н., проф.; зам. председателя – Суханов Александр Яковлевич, доцент каф. АСУ, к.т.н.

Подсекция 3.2. Распределённые информационные технологии и системы. Председатель секции – Сенченко Павел Васильевич, декан ФСУ, доцент каф. АОИ, к.т.н.; зам. председателя – Сидоров Анатолий Анатольевич, зав. каф. АОИ, к.т.н., доцент.

Подсекция 3.3. Автоматизация управления в технике и образовании. Председатель секции – Дмитриев Вячеслав Михайлович, проф. каф. КСУП, д.т.н.; зам. председателя – Ганджа Тарас Викторович, проф. каф. КСУП, д.т.н.

Подсекция 3.4. Вычислительный интеллект. Председатель секции – Ходашинский Илья Александрович, проф. каф. КИБЭВС, д.т.н., проф.; зам. председателя – Сарин Константин Сергеевич, доцент каф. КИБЭВС, к.т.н.

Подсекция 3.6. Молодежные инновационные научные и научно-технические проекты. Председатель секции – Дробот Павел Николаевич, доцент каф. УИ, к.ф.-м.н.; зам. председателя – Нариманова Гуфана Нурлабековна, зав. каф. УИ, к.ф.-м.н., доцент.

Подсекция 3.7. Разработка программного обеспечения. Председатель секции – Зариковская Наталья Вячеславовна, доцент каф. ЭМИС, зам. генерального директора ООО «СибирьСофтПроект», к.ф.-м.н., доцент.

Подсекция 3.8. Инструментальные средства поддержки автоматизированного проектирования и управления. Председатель секции – Хабибулина Надежда Юрьевна, доцент каф. КСУП, к.т.н.; зам. председателя – Потапова Евгения Андреевна, ст. преподаватель каф. КСУП.

Секция 4. Информационная безопасность

Подсекция 4.1. Методы и системы защиты информации. Информационная безопасность. Председатель секции – Шелупанов Александр Александрович, ректор ТУСУРа, директор ИСИБ, д.т.н., проф.; зам. председателя – Конев Антон Александрович, доцент каф. КИБЭВС, к.т.н.

Подсекция 4.2. Радиоэлектронные системы передачи информации и средства их защиты. Председатель секции – Голиков Александр Михайлович, доцент каф. РТС, к.т.н.; зам. председателя – Бернгардт Александр Самуилович, доцент каф. РТС, к.т.н.

Подсекция 4.3. Экономическая безопасность. Председатель секции – Кузьмина Елена Александровна, доцент каф. КИБЭВС, к.т.н.; зам. председателя – Глухарева Светлана Владимировна, ст. преподаватель каф. КИБЭВС.

Секция 5. Экономика, управление, социальные и правовые проблемы современности

Подсекция 5.1. Моделирование в экономике. Председатель секции – Мицель Артур Александрович, проф. каф. АСУ, д.т.н.; зам. председателя – Грибанова Екатерина Борисовна, доцент каф. АСУ, к.т.н.

Подсекция 5.2. Информационные системы в экономике. Председатель секции – Исакова Анна Ивановна, доцент каф. АСУ, к.т.н.; зам. председателя – Григорьева Марина Викторовна, доцент каф. АСУ, к.т.н.

Подсекция 5.3. Реализация современных экономических подходов в финансовой и инвестиционной сферах. Председатель секции – Васильковская Наталья Борисовна, доцент каф. экономики, к.э.н.; зам. председателя – Цибулькикова Валерия Юрьевна, зав. каф. экономики, к.э.н.

Подсекция 5.4. Проектный менеджмент и его использование в цифровой экономике. Председатель секции – Афонасова Маргарита Алексеевна, зав. кафедрой менеджмента, д.э.н.; зам. председателя – Богомолова Алена Владимировна, декан ЭФ, доцент каф. менеджмента, к.э.н.

Подсекция 5.5. Современные социокультурные технологии в организации работы с молодежью. Председатель секции – Суслова Татьяна Ивановна, декан ГФ, зав. каф. ФиС, д.филос.н., проф.; зам. председателя – Орлова Вера Вениаминовна, проф. каф. ФиС, директор НОЦ «СГТ», д.соц.н.

Подсекция 5.6. Актуальные проблемы социальной работы в современном обществе. Председатель секции – Ким Максим Юрьевич, и.о. зав. каф. ИСР, к.и.н.; зам. председателя – Куренков Артем Валериевич, доцент каф. ИСР, к.и.н.

Школа-семинар: Правовые проблемы современной России. Председатель секции – Соломин Сергей Константинович, зав. каф. ГП, д.ю.н.; зам. председателя – Газизов Родион Маратович, ст. преподаватель каф. ИП.

Секция 6. Экология и мониторинг окружающей среды. Безопасность жизнедеятельности. Председатель секции – Карташев Александр Георгиевич, проф. каф. РЭТЭМ, д.б.н.; зам. председателя – Денисова Татьяна Владимировна, доцент каф. РЭТЭМ, к.б.н.

Секция 7. Открытия. Творчество. Проекты (секция для школьников). Председатель секции – Мозгунов Алексей Викторович, начальник ОНиР; зам. председателя – Колесник Анастасия Викторовна, инженер ОНиР.

Секция 8. Postgraduate and Master Students' Research in Electronics and Control Systems. (Секция на английском языке). Председатель секции – Покровская Елена Михайловна, зав. каф. ИЯ, доцент, к.филос.н.; зам. председателя – Шпит Елена Ирисметовна, ст. преподаватель каф. ИЯ; Соболевская Ольга Владимировна, ст. преподаватель каф. ИЯ, Таванова Эльвира Борисовна, ст. преподаватель каф. ИЯ.

Адрес оргкомитета:

**634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 40,
ФГБОУ ВО «ТУСУР»**

Научное управление (НУ), к. 205. Тел.: 8-(382-2) 701-524

E-mail: nstusur@main.tusur.ru

1 часть – 1-я секция (подсекции 1.1, 1.3, 1.5–1.8);
2-я секция (подсекции 2.1 – 2.7); 3-я секция (начало подсекции 3.1).
2 часть – 3-я секция (продолжение подсекции 3.1; подсекции 3.2 – 3.4; 3.6 – 3.8); 4-я секция (подсекция 4.1); 5-я секция (подсекция 5.1 – 5.7); 6-я секция; 8-я секция.

СЕКЦИЯ 3
**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
И СИСТЕМЫ**
(стр. 11–132)

СЕКЦИЯ 4
ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ
(стр. 133–149)

СЕКЦИЯ 5
**ЭКОНОМИКА, УПРАВЛЕНИЕ, СОЦИАЛЬНЫЕ И
ПРАВОВЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОСТИ**
(стр. 150–206)

СЕКЦИЯ 6
**ЭКОЛОГИЯ И МОНИТОРИНГ ОКРУЖАЮЩЕЙ
СРЕДЫ. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ**
(стр. 207–228)

СЕКЦИЯ 8
**POSTGRADUATE AND MASTER STUDENTS'
RESEARCH IN ELECTRONICS AND CONTROL
SYSTEMS**
(на английском языке)
(стр. 229–234)

СЕКЦИЯ 3

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ

ПОДСЕКЦИЯ 3.1 (продолжение)

ИНТЕГРИРОВАННЫЕ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

*Председатель – Катаев М.Ю., проф. каф. АСУ, д.т.н., проф.;
зам. председателя – Суханов А.Я., доцент каф. АСУ, к.т.н.*

УДК 004:658.011.56

КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ МЕТОД ОБНАРУЖЕНИЯ И ЛОКАЛИЗАЦИИ УТЕЧКИ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ

С.Г. Фролов, аспирант каф. АСУ

*Научный руководитель А.М. Корилов, проф., зав. каф. АСУ, д.т.н.
г. Томск, ТУСУР, sgf2@tpu.ru*

Рассматривается корреляционный метод обнаружения утечек в системах теплоснабжения, приведены теоретические основы метода и результаты практической апробации данного метода на существующем участке системы теплоснабжения.

Ключевые слова: перекрестная корреляция, анализ звуковых данных, методы обнаружения утечки, системы теплоснабжения.

На сегодняшний день существует несколько методов обнаружения утечки:

1. Методы обнаружения утечки, основанные на мониторинге параметров теплоносителя в системе.
2. Методы обнаружения утечки, основанные на переходных процессах в системе [1].

Корреляционный метод обнаружения утечки теплоносителя является достаточно распространенным методом. Данный метод основан на перекрестном корреляционном анализе двух сигналов, снятых с источника одновременно на известном расстоянии друг от друга.

Применение алгоритма перекрестной корреляции к полученным данным позволяет получить график (кривую) для корреляционной зависимости (рис. 1). Анализируя график, можно понять, существует ли статистически значимая зависимость между сигналами (в таком случае на кривой корреляции будут присутствовать пики, соответствующие отсчетам времени, в которые сигналы имеют зависимость друг от друга) или же такая зависимость отсутствует.

В случае применения корреляционного метода в качестве метода обнаружения и локализации места утечки теплоносителя нахождение зависимости между снятыми сигналами означает, что на участке трубы между датчиками, с которого снимается сигнал, присутствует дефект, порождающий искажение или генерирующий собственный сигнал (такой, как вытекающая из места повреждения вода под давлением). Отсутствие же такой зависимости показывает отсутствие дефектов на участке теплоснабжения.

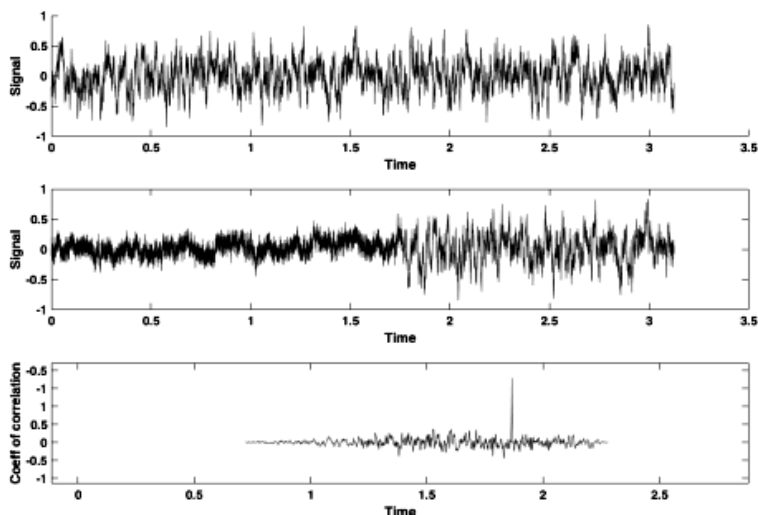


Рис. 1. Результаты применения алгоритма перекрестной корреляции к двум сгенерированным сигналам

Кривая корреляции при перекрестной корреляции двух сигналов есть зависимость коэффициента корреляции от времени смещения одного сигнала относительно другого [2]. Зная расстояние между датчиками, с которых был снят сигнал, а также технологические параметры теплоносителя, влияющие на скорость распространения звука в жидкой среде (такие, как давление и температура), можно вычислить расстояние от датчиков, на котором был обнаружен дефект.

Уравнение зависимости скорости распространения звука в жидкой среде выглядит следующим образом:

$$c = \sqrt{\frac{K}{\rho}} = \sqrt{\frac{1}{\chi \rho}}, \quad (1)$$

где c – скорость звука в жидкости (м/с); $K = 1/\chi$ – модуль всестороннего сжатия (Н/м²); χ – коэффициент сжимаемости жидкости (м²/Н); ρ – плотность жидкости (кг/м³).

В качестве устройств для снятия сигналов с участка трубопровода были использованы прототипы устройств, выполненных на базе микроконтроллера ATMEL ATMEGA328P с пьезоэлементом в качестве датчика для непосредственного снятия сигнала с трубопровода. Конфигурация участка теплосети, на которой был поставлен пробный эксперимент, представлена на рис. 2.

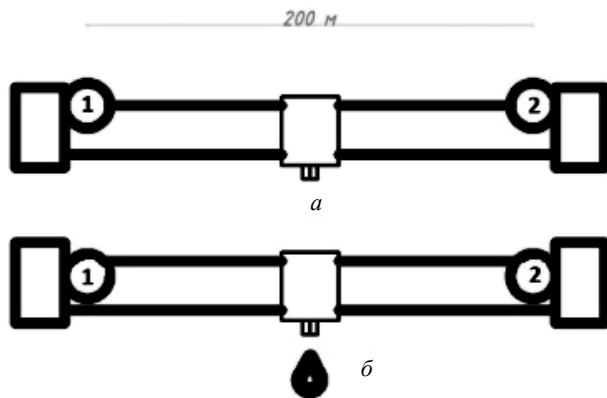


Рис. 2. Конфигурация участка системы теплоснабжения.

Цифрами 1 и 2 обозначены датчики: *a* – конфигурация для эксперимента без имитации утечки; *б* – с имитацией утечки в средней точке $M = 100$ м

Как видно из результатов эксперимента, в случае с утечкой кривая корреляции имеет пик в момент времени 0,078 с. Для температуры воды $t = 86$ °С и давления в системе $P = 5,2$ бар скорость звука в системе по формуле (1) равна 1483 м/с (модуль всестороннего сжатия воды $K = 2,12766 \times 10^9$ Н/м², плотность воды при $t = 86$ °С равна 967,8 кг/м³). Исходя из полученных данных, место утечки обнаружено в точке $N = 115,7$ м. Погрешность обусловлена использованием параметров дистиллированной воды, а также ошибкой измерения датчиков. Используя параметры используемой воды в системе, а также повысив качество снимаемого сигнала, можно добиться более точной локализации места утечки.

Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод, что корреляционный метод обнаружения и локализации утки является эффективным методом, а также его можно применять в непрерывном автоматизированном мониторинге, используя распределенную сеть датчиков с применением развивающейся технологии IoT.

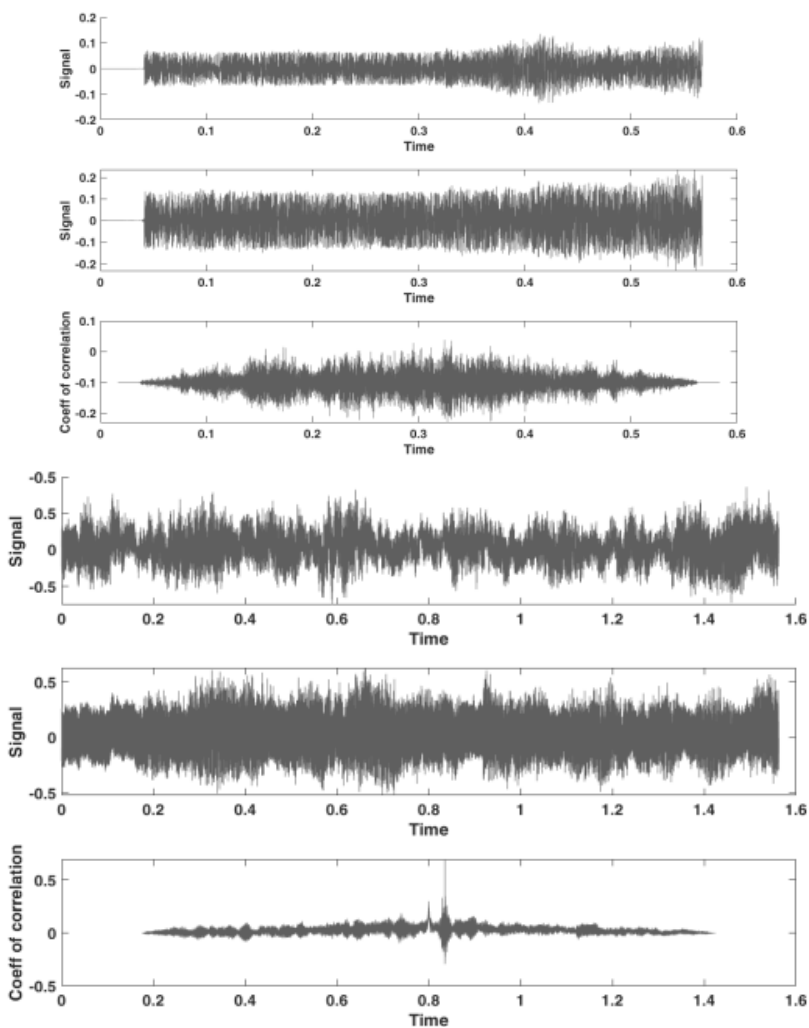


Рис. 3. Результаты применения алгоритма перекрестной корреляции к двум снятым с датчиков аудиосигналам без имитации утки (слева) и с имитацией утки в точке $M = 100$ м (справа)

ЛИТЕРАТУРА

1. Фролов С.Г. Обнаружение и локализация утечки теплоносителя в сетях теплоснабжения // Электронные средства и системы управления (ТУСУР–2018): матер. 13-й Междунар. науч.-практ. конф., 28–30 нояб. 2018 г. – Томск: В-Спектр, 2018. – Т. 2. – С. 11–12.
2. Корреляция двух наборов измерений во времени [Электронный ресурс]. – URL: <http://easydan.com/arts/2015/2-series-corr/> (дата обращения: 14.01.2019).

ПОДСЕКЦИЯ 3.2

РАСПРЕДЕЛЁННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ

*Председатель – Сенченко П.В., декан ФСУ,
доцент каф. АОИ, к.т.н.;
зам. председателя – Сидоров А.А., зав. каф. АОИ, к.т.н., доцент*

УДК 621.397

ВОЗМОЖНОСТИ OCR-БИБЛИОТЕКИ TESSERACT ПРИ РАСПОЗНАВАНИИ ТЕКСТА ПО ВИДЕОИЗОБРАЖЕНИЯМ

*О.А. Нейфельд, студент каф. ЭМИС;
А.С. Рудникович, аспирант каф. ТУ
г. Томск, ТУСУР, olegneyfeld@gmail.com*

Исследовалась возможность применения известной библиотеки Tesseract для распознавания текста (тайм-кода) по видеоизображениям. Выполненные с использованием DiViLab и разработанного программного модуля эксперименты показали, что для эффективного применения библиотеки к видеоданным требуется специальная предобработка изображений. Обработка необходима для подавления фона и обеспечения достаточной степени контраста распознаваемого текста по отношению к окружающим компонентам изображений.

Ключевые слова: техническое зрение, распознавание текста, OCR Tesseract, DiViLab.

Анализ и распознавание изображений с каждым днём всё больше проникают во многие сферы человеческой жизни. Одной из актуальных задач является распознавание какого-либо текста на изображении. Этим текстом может быть автомобильный номер, число на знаке, ограничивающем скорость, номер кредитной карты и пр.

Одним из наиболее известных и свободно распространяемых инструментов оптического распознавания символов (optical character recognition или OCR) является OCR-библиотека Tesseract [1], от компании Google. Изначально она предназначалась для распознавания отсканированных печатных документов [2].

Основной вопрос, который исследовался в данной работе: возможно ли использовать OCR-библиотеку Tesseract для распознавания текста по видеоизображениям, например тайм-кода? То есть цифро-

вых данных о времени, встроенных в изображения видеоряда (рис. 1). Это актуально для автоматизации отдельных процедур видеотехнических экспертных исследований. Кроме того, положительный ответ на этот вопрос позволит применять данную OCR-библиотеку для решения других задач технического зрения. Например, для решения задач промышленной автоматизации с применением текстовых маркеров.



Рис. 1. Пример тайм-кода

Обычно тайм-код формируется камерой в виде строки следующего формата «часы:минуты:секунды». Строка накладывается на каждый кадр видеофайла. Такое представление времени, где значение часов, минут или секунд не может выйти за определённые границы от 0 до 23 или от 0 до 59, позволяет создать функцию проверки распознанной строки на соответствие формату «чч:мм:сс». На основании этой функции алгоритмом принималось решение о достоверности результатов распознавания Tesseract.

На базе программного обеспечения DiViLab – цифровая видеолaborатория – создан программный модуль, который при помощи Tesseract распознает текст в выделенной области кадра, содержащей тайм-код, анализирует полученный результат, записывает результат в файл и представляет его в виде графика.

Из большого количества видеофайлов отобрано и обработано 22 видеофайла, содержащих тайм-коды разного вида. Каждому файлу присвоена оценка результата распознавания P от 0 до 100%, которая рассчитывалась по формуле (1):

$$P = \frac{C_t}{C} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где C_i – количество кадров, на которых Tesseract распознавал строку, соответствующую формату «чч:мм:сс», а C – общее количество кадров в видеофайле.

Лучшие результаты распознавания (80–100% для 7 видеофайлов из 22) достигнуты библиотекой Tesseract на контрастном изображении с однородным неменяющимся фоном (чёрном, тёмно-синем или белом) и символами сплошной заливки (без границ, теней и объёма) с хорошим разрешением. Пример изображений представлен на рис. 2.



Рис. 2. Изображения с наиболее верным результатом распознавания

Средний результат верного распознавания (40–65% для 6 файлов из 22) наблюдается на изображениях с небольшими или периодическими изменениями фона (например, попадание в кадр солнечных лучей или объектов, схожих по цвету с цветом символов). Иногда даже малейшие изменения в фоне изображения могут привести к сильно различающимся результатам распознавания. Пример изображений представлен на рис. 3 (слева).

Худший результат верного распознавания или его отсутствие наблюдается на изображениях (9 файлов из 22) с динамично меняющимся фоном, который содержит цвета, совпадающие с цветом заливки символов или сами символы имеют границы. Пример изображений представлен на рис. 3 (справа).



Рис. 3. Изображения, со средним результатом распознавания (слева); изображения, на которых отсутствует верный результат распознавания (справа)

Анализируя полученные результаты, сделан вывод, что OCR-библиотека Tesseract применима для распознавания текста по видеоданным. На результат распознавания сильно влияет фон изображения, поэтому для распознавания текста в кадре необходима дополнитель-

ная предобработка. Группа зарубежных ученых [3], работающих в этой же области, предлагает использовать систему на основе классификатора, чтобы выбрать наиболее подходящий цветовой канал изображения, который содержит больше подробностей о текстовой информации для её распознавания. Такой подход позволяет избежать сложных алгоритмов бинаризации [4]. Ещё одним возможным решением может являться извлечение из исходного видеоизображения группы пикселей соответствующих цветовому диапазону строки текста и перенос их на белый фон. Дальнейшая работа будет направлена на реализацию одного из вышеперечисленных решений для улучшения результатов распознавания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Tesseract OCR: An optical character recognition engine [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://opensource.google.com/projects/tesseract> (дата обращения: 28.02.19).
2. An Overview of the Tesseract OCR Engine [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://github.com/tesseract-ocr/docs/blob/master/tesseractidcar2007.pdf> (дата обращения: 04.03.19).
3. Bhunia A.K., Kumar G., Roy P.P., Balasubramanian R., Pal U. Text recognition in scene image and video frame using color channel selection // *Multimedia tools and applications*. – 2017. – Vol. 77, No. 7. – P. 8551–8578.
4. Фокин Д.С. Анализ алгоритмов бинаризации для распознавания номера маршрута общественного транспорта на изображении // *МНСК–2018: Информационные технологии*. – Новосибирск, 2018. – С. 99.

ПОДСЕКЦИЯ 3.3

АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ В ТЕХНИКЕ И ОБРАЗОВАНИИ

Председатель – Дмитриев В.М., проф. каф. КСУП, д.т.н.;
зам. председателя – Ганджа Т.В., проф. каф. КСУП, д.т.н.

УДК 66.011

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРЫ В БОКСАХ, СВЯЗАННЫХ СЕТЬЮ ТРУБОПРОВОДОВ

Н.А. Фадеева, О.В. Егорова, Н.В. Ливенцова

г. Томск, ИЯТШ НИ ТПУ, nagaizeva@tpu.ru

Представлены результаты разработки математической модели состояния атмосферы в боксах, связанных сетью трубопроводов, одной из технологических линий МФР ЗЯТЦ.

Ключевые слова: математическая модель, атмосфера, бокс, ЗЯТЦ.

В настоящее время в рамках проекта «Прорыв» разрабатывается технология замкнутого ядерного топливного цикла (ЗЯТЦ). Для имитации работы технологических схем ЗЯТЦ с целью исследования их работоспособности, управляемости и оптимизации разрабатывается код оптимизации и диагностики технологических процессов («КОД ТП»).

Технологическая схема ЗЯТЦ включает несколько модулей, одним из них является модуль фабрикации топлива (МФР). Согласно проектной документации все установки технологических линий МФР помещены в защитные боксы, заполненные инертной атмосферой, подаваемой в них через единую систему разветвленных трубопроводов. Подача защитной атмосферы осуществляется через запорные клапаны. Состояние атмосферы внутри боксов контролируется посредством автоматизированной системы управления и контроля. Наблюдение за атмосферой осуществляется посредством измерения таких параметров, как давление, температура и концентрации кислорода и паров воды внутри каждого бокса. В процессе эксплуатации линий могут возникать нештатные ситуации, такие как разгерметизация боксов, выход из строя аппаратов, находящихся в боксах, нарушение целостности трубопроводной сети, по которой подается газ, и т.п.

Настоящая работа посвящена разработке математической модели состояния атмосферы в боксах, связанных сетью трубопроводов, одной из технологических линий МФР ЗЯТЦ для программного комплекса «КОД ТП».

Исходя из целевого назначения «КОД ТП» и результатов анализа объекта моделирования сформулированы требования к модели, согласно которым модель должна имитировать в динамическом режиме поведение таких переменных, как давление, концентрации основных компонентов среды (азота, кислорода, паров воды) внутри каждого бокса в зависимости от расходов защитной среды на их входах и выходах в штатном и нештатном режимах эксплуатации боксов.

На рис. 1 приведена информационная схема модели.

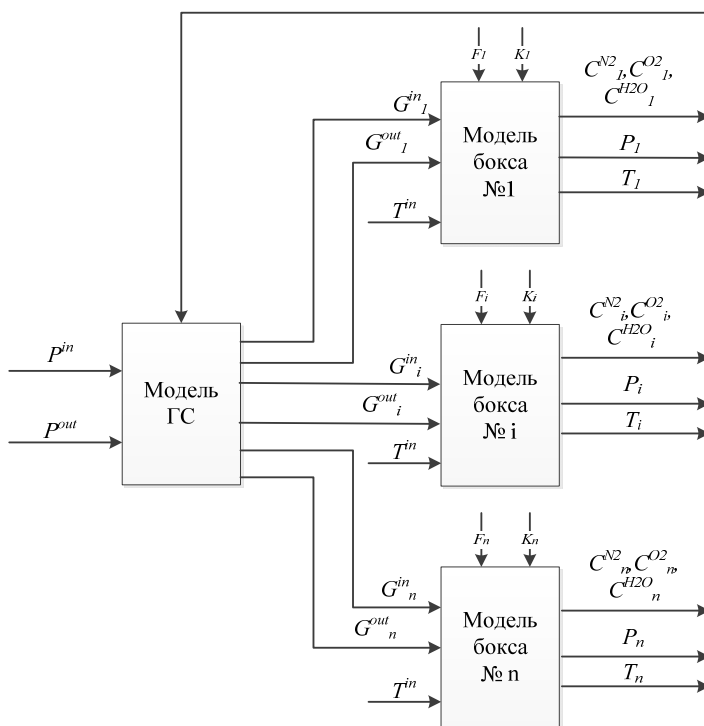


Рис. 1. Информационная схема модели

Модель состоит из моделей гидравлической сети и боксов. Модель гидравлической сети рассчитывает входной и выходной массовые расходы азота для каждого i -го бокса (G^{in}_i и G^{out}_i соответственно)

в зависимости от давлений во входном и выходном общих коллекторах трубопроводов (P^{in} и P^{out} соответственно) и давлений внутри боксов (P_i). Модель i -го бокса выполняет расчет давления и температуры (T_i) среды внутри бокса, а также концентраций азота ($C^{\text{N}_2}_i$), кислорода ($C^{\text{O}_2}_i$) и паров воды ($C^{\text{H}_2\text{O}}_i$) в зависимости от входных и выходных расходов подаваемой защитной среды, рассчитываемых в модели гидравлической сети, а также его температуры (T^{in}). Параметрами моделей боксов являются векторы их физических ($F_1...F_n$) и геометрических ($K_1...K_n$) характеристик.

При разработке математического описания модели были приняты следующие допущения.

Для модели бокса:

1. Температура и концентрации компонентов в объеме бокса изменяются мгновенно.
2. Газовая среда в объеме бокса подчиняется законам идеального газа.

Для модели гидравлической сети:

1. Во всех трубах протекает однофазный поток газа, температура которого одинакова на всех участках.
2. Все трубы располагаются на одном уровне, не учитываются местные сопротивления (не связанные с запорной и регулирующей арматурой) и перепады давлений в трубах.
3. Системы включают только клапаны с постоянными коэффициентами пропускной способности, расход газа через клапан в зависимости от перепада давления на нем изменяется по квадратичному закону.

Математическое описание модели бокса получено на основе массового, компонентного и теплового балансов, давление в боксах рассчитывается по уравнению Менделеева–Клайперона [1] с учетом принятого допущения об идеальности газовой среды в боксе.

Математическое описание модели гидравлической сети основано на уравнениях, определяющих массовые расходы газовой среды через клапаны, и балансных уравнениях для узлов сети [2, 3].

Была проведена первичная проверка работоспособности модели в среде Matlab. Результаты полученных вычислительных экспериментов показали соответствие характера поведения переменных модели физическим закономерностям моделируемых процессов. Далее планируется провести проверку адекватности модели путем сравнения данных модели с данными, полученными из экспериментов на реально функционирующей линии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фрэнкс Р. Математическое моделирование в химической технологии. – М.: Химия, 1971.
2. Гартман Т.Н., Калинин В.Н., Артемьева Л.И. Компьютерное моделирование простых гидравлических систем. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2002.
3. Меренков А.П., Хасилев В.Я. Теория гидравлических цепей. – М.: Наука, 1985.

УДК 004.9

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЛАБОРАТОРИЕЙ «ЭЛЕМЕНТЫ И УСТРОЙСТВА РОБОТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ»

М.И. Кочергин, ассистент; В.М. Дмитриев, проф., д.т.н.;

Т.В. Ганджа, проф., д.т.н.

Научный руководитель В.М. Дмитриев, проф. каф. КСУП, д.т.н.

г. Томск, ТУСУР, каф. КСУП max24kochergin@gmail.com

Представляется проект автоматизированной системы управления лабораторией по робототехнике. Описывается устройство системы управления. Иллюстрируется схема взаимодействия студента и преподавателя в лаборатории нового типа.

Ключевые слова: робототехника, лаборатория, автоматизация, виртуальные приборы, сценарий эксперимента.

При подготовке специалистов технического профиля важную роль играет проведение лабораторных работ и практических занятий, развивающих навыки применения экспериментального исследования реальных объектов и их компьютерных моделей. Несмотря на тенденцию перевода реальных экспериментов в виртуальную среду в таких областях, как, например, робототехника, остаётся важным наличие реального объекта исследования. В таком случае целесообразно говорить о комбинировании виртуальных и реальных экспериментов, которые позволяют объединить преимущества обоих видов работ: наглядность, невысокую стоимость (за счёт виртуальной составляющей), приобретение навыков взаимодействия с «реальным» (ощутимым) объектом (за счёт реальной составляющей эксперимента).

Целью работы является представление проекта разрабатываемой автоматизированной системы управления лабораторией «Элементы и устройства роботизированных систем», сочетающей оба указанных подхода к проведению экспериментов.

В состав системы управления лабораторией (СУЛ) входят:

1) аппаратно-программный измерительно-управляющий комплекс «Система управления лабораторным стендом» (СУЛС), предна-

значенный для генерации электрических сигналов на исследуемые объекты, находящиеся на макетах для выполнения лабораторных работ, а также для снятия временных сигналов с датчиков, измеряющих характеристики исследуемых объектов;

2) макеты для выполнения лабораторных работ, обеспечивающие расположение исследуемых объектов на макетных платах с коммутацией входящих в них компонентов, а также подключение к комплексу СУЛС для подачи генерируемых сигналов и измерения характеристик исследуемых объектов;

3) персональный компьютер с портом шины USB для подключения к комплексу СУЛС: приёма измеренных характеристик и передачи задающих воздействий, формируемых пользователем на панелях виртуальных инструментов и приборов (ВИП) [1];

4) сценарий выполнения лабораторной работы, реализованный посредством взаимодействия системы дистанционного образования (СДО) Moodle и панелей виртуальных приборов (ПВП) [2] и заключающийся в организации работы студента с методическими указаниями, прохождении им допускowego контроля и проведении серии экспериментов с помощью ПВП;

5) сценарий функционирования контроллера СУЛС, формируемый на языке программирования X-Robot [3] (с помощью его визуальной версии), обеспечивает функционирование контроллера СУЛС, его взаимодействие с исследуемым объектом, находящимся на макете, и ПВП во время проведения каждого отдельного эксперимента;

6) ПВП, создаваемые в редакторе ВИП, обеспечивают математическую обработку и визуализацию информации в виде характеристик на экране персонального компьютера и в числовом виде, а также возможность варьирования параметров компонентов комплекса СУЛС.

Схема работы СУЛ представлена на рис. 1.

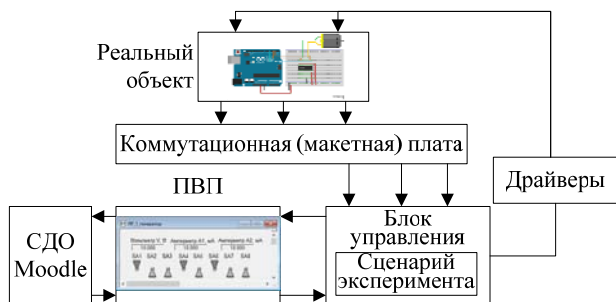


Рис. 1. Схема взаимодействия элементов СУЛ

Рассмотрим подробнее типовой сценарий выполнения лабораторной работы:

1. Включение лабораторного оборудования.
2. Изучение студентом методических материалов в СДО Moodle.
3. Прохождение студентом контрольных процедур в СДО Moodle для получения доступа к экспериментальной установке.
4. Генерация СУЛ значений параметров (задания) студенту.
5. Проведение лабораторного эксперимента.
6. Интерактивное документирование результатов экспериментирования, осуществляемое автоматически в ПВП.
7. Протоколирование действий студента, автоматизированное формирование отчёта о лабораторной работе и его передача в СДО Moodle по протоколу xAPI [4].

8. Проверка и оценивание работы преподавателем.

На этапах 2–4 преподаватель выполняет контролирующую функцию посредством мониторинга деятельности студентов через СДО Moodle.

Заключение. Разрабатываемая СУЛ предназначена для создания автоматизированных рабочих мест для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Элементы и устройства роботизированных систем» и включает в себя аппаратно-программное обеспечение, позволяющее проводить как виртуальные, так и реальные эксперименты (в частности, программирование микроконтроллеров механических манипуляторов). В перспективе (помимо автоматизации формирования и отправки отчётов) возможна также частичная автоматизация процедуры проверки отчётов студента и их развёрнутых ответов входного и выходного контроля [5].

ЛИТЕРАТУРА

1. Дмитриев В.М., Ганджа Т.В., Ганджа В.В., Панов С.А. Компьютерное моделирование визуальных интерфейсов виртуальных инструментов и приборов // Научная визуализация. – 2016. – Т. 8, № 3. – С. 111–131.
2. Дмитриев В.М., Ганджа Т.В. Реально-виртуальные эксперименты в обучении // Современное образование: повышение профессиональной компетентности преподавателей вуза – гарантия обеспечения качества образования. – Томск: ТУСУР, 2018. – С. 166–167.
3. Дмитриев В.М., Ганджа Т.В., Букреев А.С. Моделирование сценариев управления динамическими объектами на основе графического языка X-Robot // Доклады ТУСУР. – 2018. – Т. 21, № 2. – С. 75–82.
4. Романенко В.В. Использование новых стандартов электронного обучения XAPI и LTI при разработке адаптивных обучающих курсов // Современное образование: качество образования и актуальные проблемы современной высшей школы. – Томск: ТУСУР, 2019. – С. 123.
5. Кочергин М.И., Кочергина К.С. Формализация текстовых условий задач по физике // Доклады ТУСУР. – 2016. – Т. 19, № 1. – С. 65–68.

**РАЗРАБОТКА ИНТЕРФЕСА ПАНЕЛИ ОПЕРАТОРА
МЕСТНОГО ДИСПЕТЧЕРСКОГО ПУНКТА
ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА**

«САР ДАВЛЕНИЯ НА УЧАСТКЕ ТРУБОПРОВОДА»

А.А. Гуртовенко, студент каф. КСУП

Научный руководитель А.Е. Карелин, доцент каф. КСУП, к.т.н.

г. Томск, ТУСУР, alexey.gurtovenko@gmail.com

*Проект ГПО ЭСАУ-1305 «Разработка систем сбора технологических
данных для электропривода трубопроводной арматуры»*

Приведен пример формирования интерфейса панели оператора технологической установки.

Ключевые слова: панель оператора, интерфейс, система регулирования давления.

В данной статье приведено описание интерфейса панели оператора, формирующей местный диспетчерский пункт (МДП) системы автоматического регулирования (САР) давления на участке трубопровода, разработанной в рамках проекта ГПО ЭСАУ-1305. Статья является продолжением серии, опубликованной в рамках конференции «Научная сессия ТУСУР–2018». Приведенные мнемосхемы могут быть использованы в качестве примера при разработке человеко-машинных интерфейсов.

Формирование интерфейса панели оператора относится к разработке программного обеспечения среднего уровня и заключается в отрисовке мнемосхем (создании из примитивных типов: линий, геометрических фигур, условных графических изображений, отображающих протекание технологического процесса в объекте управления), а также привязке элементов мнемосхемы к внутренним или внешним переменным и условиям. Таким образом, при смене состояния определенной переменной или возникновении условия происходит изменение состояния мнемосхемы, что позволяет отразить изменения, происходящие в процессе регулирования/управления.

В разработанной системе для отображения информации о состоянии технологического оборудования, значений контролируемого параметра, сигнализации о возникновении аварий, а также ввода команд управления с МДП используется панель оператора NB7W-TW01B фирмы OMRON. Конфигурирование панели осуществляется при помощи ПО NB Designer, поставляемого в комплекте [1].

На рис. 1 ниже приведены экранные формы разработанных мнемосхем, а также краткое описание их элементов.

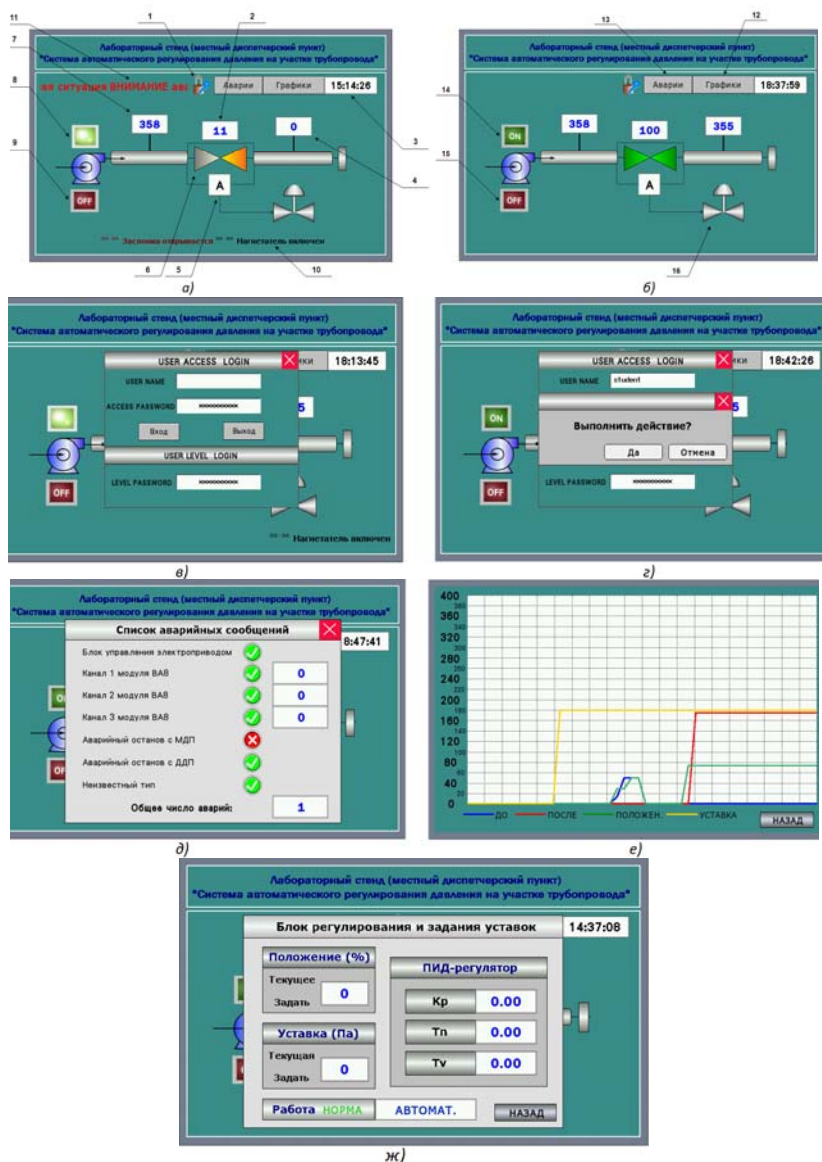


Рис. 1. Вид разработанных мнемосхем:

а, б – вид основного экрана; в – окно подтверждения прав пользователя; г – окно подтверждения действия оператором; д – окно со списком аварийных сообщений; е – окно оперативных трендов; ж – экран параметров системы

На рис. 1, *а* представлен вид основного экрана панели. Цифрой 1 указан элемент, сигнализирующий о блокировке местного режима управления. При активном элементе 1 передача команд управления в контроллер системы заблокирована, панель выполняет только функции отображения. В окне элемента 2 отображается текущее значение положения регулирующего органа в диапазоне от 0 («закрыто») до 100 («открыто») процентов. В окне элемента 3 отображается текущее время системы. В окне элементов 4, 7 отображается текущее значение давления до и после регулирующего органа. В окне элемента 5 отображается режим контроля технологического параметра. При этом символ «А» сигнализирует об активном автоматическом режиме, символ «Р» – об активном ручном режиме. Элемент 6 отображает состояние регулирующего органа: «Закрыто / Открыто / Открывается / Закрывается» (рис. 2).

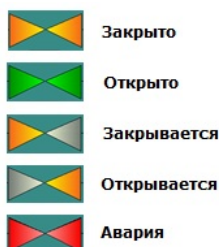


Рис. 2. Возможные состояния регулирующего органа

Элементы 8, 9 формируют команды включения/выключения нагнетателя. Элемент 10 информирует о событиях в системе (информация отображается в формате «Дата возникновения – Описание события»). Элемент 11 сигнализирует о возникновении аварийной ситуации. При выборе элемента под номером 14 происходит вызов окна подтверждения прав пользователя (см. рис. 1, *в*). При выборе элемента 13 происходит вызов окна аварийных сообщений системы (см. рис. 1, *д*). При выборе элемента 12 происходит вызов окна с графическим представлением изменения параметров системы в режиме реального времени (см. рис. 1, *е*). Элементы на экране параметров (см. рис. 1, *ж*) служат для отображения текущих и задания желаемых значений установки, положения регулирующего органа, коэффициентов регулятора. Для изменения параметров необходимо получить доступ к соответствующей учетной записи.

ЛИТЕРАТУРА

1. OMRON. Программируемые терминалы серии NB [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.omronkft.hu/nostree/pdfs/nb/v109-e1-08.pdf> (дата обращения: 05.12.2018).

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ СЕРВИСА ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИМ ДИСЦИПЛИНАМ

Д.Т. Нугманов, студент каф. ЭМИС

*Научный руководитель Д.В. Кручинин, доцент каф. КИБЭВС, к.т.н.
г. Томск, ТУСУР, kdv@keva.tusur.ru*

Произведен сравнительный анализ и обоснованный выбор системы дистанционного обучения для создания сервиса обучения математическим дисциплинам. Для сравнительного анализа систем был применен метод анализа иерархий. В качестве входных данных для применения метода использовались критерии, выделенные на основе изучения систем, альтернативы (системы дистанционного обучения), которые популярны во всем мире, и экспертные оценки. Результаты статьи могут быть использованы при оценивании или составлении функциональных требований к системам дистанционного обучения.

Ключевые слова: система дистанционного обучения, метод анализа иерархий, критерии сравнения СДО, Moodle, математические дисциплины.

На сегодняшний день самым быстрорастущим сегментом рынка образования является электронное образование. С 2012 г. по нынешнее время темп роста рынка составил 7,6%, а к 2023 г. аналитиками предсказывается рост еще на 7,07% и общий доход рынка в 65,41 млрд долл. [1]. Причинами роста рынка в разных странах являются группы потребителей, отрасли экономики и сервисы электронного обучения.

Популярные российские сервисы, такие как «Яндекс ЕГЭ» или «1С: Электронное обучение. Экзаменатор», повседневно используются для подготовки или проверки знаний. Но данные системы и подобные им имеют недостаток – в качестве обратной связи они выдают краткий ответ, который дает понять, что введенный ответ верный или нет, и не дает понимания своей ошибки.

Поэтому было решено создать сервис обучения математическим дисциплинам, для реализации которого необходимо сначала подобрать подходящую платформу. В качестве платформы было решено использовать систему дистанционного обучения (СДО), которая включает все необходимые средства для поддержания учебного процесса.

Целью работы является обоснованный выбор СДО для создания сервиса обучения математическим дисциплинам.

Метод анализа иерархий. Для сравнения систем был выбран метод анализа иерархий, предложенный американским математиком Томасом Саати [2]. Метод анализа иерархий популярен благодаря его

гибкости, поэтому он нашел широкое применение в разных областях. Суть метода заключается в организации проблемы в виде иерархии, которая отображает взаимосвязь критериев, альтернатив и цели выбора. Данный метод был выбран по нескольким причинам:

- структурирование проблемы в виде иерархии позволяет отображать проблему взаимосвязи элементов, помогает понять суть и структуру проблемы, что делает проблему более понятной;

- решения на основе данного метода принимаются на основе мнений нескольких экспертов;

- данный метод может применяться для случаев, когда шкалы оценивания критериев не могут быть измерены в количественной форме. Попарное сравнение критериев всех уровней иерархии между собой проводится по девятибалльной шкале отношений Саати [2].

Краткий алгоритм метода анализа иерархий:

- определение цели и построение иерархии;
- определение экспертами приоритетов с помощью процедуры парных сравнений. Данные приоритеты называются локальными и представляют собой относительную важность элементов иерархии;

- вычисление приоритетов альтернативных решений относительно цели, которые называются глобальными;

- сравнение значений глобальных приоритетов.

Применение метода анализа иерархий. В качестве входных данных для метода были выбраны следующие альтернативы: Edmodo, Schoology, TalentLMS, Adobe Connect, Docebo, Blackboard и Moodle – это системы дистанционного обучения, которые популярны во всем мире и активно используются в российских вузах и в компаниях для корпоративного обучения.

Для сравнения вышеперечисленных альтернатив были выбраны следующие критерии:

- доступность информации – простота нахождения информации о функционале системы, а также наличие триальной версии;

- простота использования – простота создания и использования электронных курсов;

- гибкость настроек – простота настраивания системы;

- работа с контентом – возможность добавления, редактирования и демонстрации учебных материалов разного вида;

- управление пользователями – удобство добавления пользователей в систему и учебные курсы;

- отчеты и статистика – возможность отслеживания успеваемости студентов через отчеты, сгенерированные системой;

– типы вопросов – разнообразие типов вопросов для составления тестов, в частности, задания для практик по математическим дисциплинам.

Вышеописанные альтернативы, критерии и цель были отражены в анкетах, которые были розданы экспертам. Каждый эксперт сравнил попарно критерии между собой и альтернативы относительно каждого критерия. После чего на основе экспертных оценок были рассчитаны векторы глобальных приоритетов, значения которых приведены в таблице.

Для каждой матрицы попарных сравнений было рассчитано отношение согласованности, значения которого ни разу не превысило 10%. Для проверки согласованности был вычислен коэффициент ранговой конкордации Кендалла (W). Оценка считается значимой, так как $W = 0,54$ – это значит, что мнения экспертов имеют среднюю степень согласованности.

Глобальные векторы приоритетов

Альтернативы	Глобальные приоритеты					Сумма
	Э1	Э2	Э3	Э4	Э5	
Edmodo	0,1	0,11	0,13	0,12	0,11	0,57
Schoology	0,12	0,13	0,11	0,13	0,15	0,64
TalentLMS	0,17	0,16	0,15	0,17	0,16	0,81
Adobe Connect	0,11	0,1	0,12	0,11	0,13	0,57
Docebo	0,14	0,15	0,16	0,14	0,15	0,74
Blackboard	0,11	0,12	0,13	0,11	0,12	0,59
Moodle	0,24	0,22	0,21	0,2	0,2	1,07

Из таблицы видно, что наибольшим суммарным вектором, равным 1,07, обладает Moodle. Это значит, что по результатам проведенного сравнительного анализа наиболее подходящей для создания сервиса обучения математическим дисциплинам является система дистанционного обучения Moodle.

ЛИТЕРАТУРА

1. E-learning Market – Global Outlook and Forecast 2018-2023 // Decebo [Электронный ресурс]. – Электронный журнал. 2018. – URL: <https://www.researchandmarkets.com/reports/4455444/e-learning-market-global-outlook-and-forecast> (дата обращения: 26.02.2019).
2. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий: пер. с англ. Р.Г. Вачнадзе. – М.: Радио и связь, 1993. – 278 с.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ФОРМИРОВАНИЮ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ В ВОПРОСАХ ТИПА S.T.A.C.K СИСТЕМЫ MOODLE

А.Я. Бомбов, студент каф. КИБЭВС;

А.С. Репкин, студент каф. ЭМИС

*Научный руководитель Д.В. Кручинин, доцент каф. КИБЭВС, к.т.н.
г. Томск, ТУСУР, каф. КИБЭВС, kdv@keva.tusur.ru*

Проанализированы ошибки, совершаемые студентами в процессе обучения с помощью электронных тренажеров, и описаны рекомендации по оформлению обратной связи обучающимися в вопросах типа S.T.A.C.K системы Moodle.

Ключевые слова: электронное обучение, e-learning, рекомендации, STACK, Moodle.

С развитием информационных технологий возникает возможность исправления некоторых неудобств привычного метода обучения.

При этом, несмотря на обширный перечень систем дистанционного обучения (СДО), преподаватели неспособны создавать математические задания, которые бы давали эффективные результаты обучения. Например, существующие системы электронного обучения при автоматическом оценивании знаний студентов предоставляют обучающемуся объёмную справку по всей теме, из-за чего становятся неэффективными для обучения математике и смежным к ней дисциплинам, так как не обладают дифференцированным автоматизированным оцениванием и точечной обратной связью.

Сегодня предпринимаются попытки совершенствовать современную математическую подготовку, например, при помощи платформ ТАО Testing и MathBridge [1], или же применяются такие средства, как плагин S.T.A.C.K. для системы Moodle, но они не имеют документации, описывающей, как правильно обрабатывать ответы обучающихся и составлять для них обратную связь.

Отсутствие инструкций по формированию обратной связи в заданиях ведет к упущению возможностей СДО проводить обучение самостоятельно, т.е. не дает системе имитировать преподавателя, что ведет к возрастанию нагрузки на реального преподавателя

Целью данной работы является повышение качества преподавания математических дисциплин. Для этого ставятся следующие задачи:

- проанализировать ошибки, совершаемые обучающимися в системе дистанционного обучения;
- разработать рекомендации по оформлению обратной связи обучающимися.

Анализ ошибок. Для выявления наиболее типичных ошибок было собрано 292 варианта ответа от 120 уникальных обучающихся факультета безопасности, которые проходили онлайн курс «высшая математика» в системе Moodle, задания которого были созданы с помощью плагина S.T.A.C.K. Ошибки были распределены в четыре группы (рис. 1):

- ошибки ввода – ошибки, связанные с вводом ответа, например, студенты не писали знаки умножения, и система приняла их ответ как неверный;
- примитивные ошибки – в ходе решения была совершена примитивная ошибка, например, был перепутан плюс с минусом;
- сложные ошибки – в ходе решения задания была совершена грубая ошибка, например, был неверно посчитан корень уравнения;
- специфичные ошибки – проведя декомпозицию ответа студента можно выделить неверные части, но определить место совершения ошибки (этап решения) невозможно.

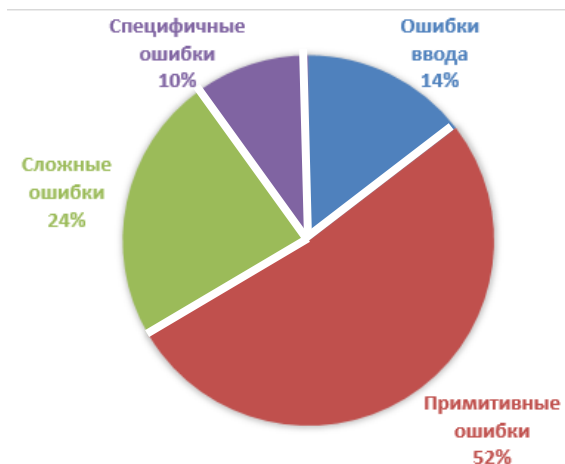


Рис. 1. Распределение ошибок по группам

Рекомендации по формированию анализа ответов в вопросах типа S.T.A.C.K системы Moodle

1. Требования к коду.

Для применения рекомендаций, изложенных в этой методике, необходимо придерживаться следующих правил разработки:

- рекомендуется, чтобы запись ответа подразумевала его дальнейшую декомпозицию. Части ответа рекомендуется использовать для сопоставления с результатом анализа ответов студента;

– анализ ответа обучающегося рекомендуется проводить с помощью функций системы компьютерной алгебры Maxima;

– рекомендуется придерживаться правил разработки, описанных в статье [2].

2. Общие рекомендации.

2.1. Правила ввода.

Необходимо составить правила ввода в систему, наглядно отображающие, как выглядит правильный и неправильный ввод в систему:

- ввод констант (например, символ « π » запишите как %pi);
- ввод ответа с использованием функций математического пакета (например, «acos()», «atan()»);
- реагирование на сообщения системы (например, «Please verify what you entered was interpreted as expected»).

2.2. Примитивные ошибки.

В некоторых случаях имеет смысл добавление узлов проверки, обрабатывающих примитивные ошибки, такие как:

- была применена неправильная арифметическая операция;
- не дописан знак « $\rightarrow$ » к ответу;
- ошибка при округлении.

2.3. Обработка типовых ошибок.

Рекомендуется комбинировать ошибки одного типа и проверять их в одном узле дерева обратной связи, используя циклы, либо другие конструкции системы компьютерной алгебры Maxima.

Таким образом, была собрана статистика по ошибкам ответов студентов, проведен их подробный анализ и классификация. Также были приведены рекомендации по формированию анализа ответов, благодаря которым можно формировать подробную обратную связь обучающимся с указанием точных мест совершения ошибок.

Используя приведенные рекомендации, можно сократить время разработки заданий типа S.T.A.C.K на несколько часов и повысить качество преподавания обучающихся.

ЛИТЕРАТУРА

1. MathBridge [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://edtec.dfki.de/projekt/mathbridge-brueckenkurse-zur-mathematik-fuer-studienanfuehrer/> (дата обращения: 9.03.2019).

2. Репкин А.С., Бомбов А.Я. Оптимизации разработки задач по математическим дисциплинам при использовании плагина STACK системы MOODLE / Междунар. науч.-практ. конф. «Электронные средства и системы управления», Томск, 28 ноября – 30 ноября 2018. – Томск, 2018.

**АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ
В ОБЛАСТИ РАЗРАБОТКИ АЛГОРИТМОВ
КОМБИНАТОРНОЙ ГЕНЕРАЦИИ**

А.С. Репкин, Г.А. Филиппов, студенты каф. ЭМИС;

Ю.В. Шаблия, аспирант каф. КИБЭВС

Научный руководитель Д.В. Кручинин, доцент каф. КИБЭВС, к.ф.-м.н.

г. Томск, ТУСУР, kdv@keva.tusur.ru

Проведен анализ современного состояния исследований в области разработки алгоритмов нумерации (Rank) и генерации (Unrank) комбинаторных объектов с целью выявления их актуальности и практической значимости, приведена сравнительная таблица для вычислительной сложности алгоритмов.

Ключевые слова: Rank, Unrank, комбинаторика, алгоритмы.

Комбинаторное множество – это множество, элементы которого имеют определенную структуру и известны правила получения элементов этого множества [1]. Для осуществления ранжирования и генерации элементов по рангу используются алгоритмы Rank и Unrank, составляемые с помощью методов разработки алгоритмов комбинаторной генерации. С их помощью возможно легко получить доступ к произвольному элементу, затратив при этом разумное количество времени и памяти.

Комбинаторные объекты находят применение в самых разнообразных областях науки, и поиск применимости того или иного множества является важной задачей для полноценной реализации его потенциала. Существует достаточно большое количество комбинаторных объектов, которые имеют формальное математическое описание, но их практическая применимость еще не выявлена.

Целью данной работы является анализ текущего состояния исследований в области разработки алгоритмов генерации комбинаторных множеств (описанных в научных статьях за последние 10 лет) и выявление их актуальности и практической значимости для последующего применения к другим комбинаторным множествам.

В работе [2] приводится описание двоичных деревьев с n внутренними узлами, представленными в виде LW-последовательностей (последовательности, которые показывают, сколько у каждого узла имеется левых сыновей). С помощью данных деревьев можно проводить комбинаторное тестирование групп, искать контрпримеры к гипотезам и проводить анализ вычислительной сложности алгоритмов.

Статья [3] описывает нумерованное упорядоченное дерево, количество сыновей которого не превышает Δ . Данный комбинаторный

объект представляет собой обобщение химического дерева, в котором количество сыновей не превышает 4. Дерево кодируется четырьмя символами: узел может быть одиночный, левый, правый и промежуточный. Область применимости данных алгоритмов: хемотинформатика, машинное обучение, реконструкция молекулярных структур по их сигнатурам и вывод структур химического состава.

В работе [4] представлены алгоритмы нумерации и генерации Z -последовательностей, которые соответствуют t -арным деревьям с n узлами, в порядке, соответствующем бинарному коду Грея. Такие Z -последовательности используются как контрпримеры к гипотезе (для ее опровержения), для проверки и доказательства корректности работы алгоритма, а также его вычислительной сложности.

Также варианты применения комбинаторных множеств и алгоритмов их генерации можно найти в биоинформатике [5]. Например, классическим методом для определения функций РНК является сравнение неизвестного участка структуры с уже известными. Их можно сравнить с помощью алгоритмов выравнивания, которые возвращают оценку сходства. Следовательно, чтобы оценить коэффициент совпадения участков РНК, используются статистически случайные последовательности, а для генерации подобных случайных участков используются комбинаторные множества.

Протяженные ациклические графы (ПАГ) [6] – это частный случай направленного ациклического графа, который используется в криптовалюте. Логика наследственных конечных множеств, естественным представлением которых является ПАГ, используют некоторые языки программирования, например: SETL, $\{\log\}$, Referee. Также ПАГ находят применение при проектировании аварийных сенсорных сетей на объектах или при обнаружении неисправностей в многопроцессорных системах.

В таблице представлена вычислительная (временная) сложность алгоритмов нумерации и генерации элементов рассмотренных комбинаторных множеств.

Таким образом, был проведен анализ текущего состояния исследований в области разработки алгоритмов комбинаторной генерации, изучены описания комбинаторных множеств, алгоритмы их нумерации и генерации, их вычислительная сложность, а также актуальности и практической значимости данных комбинаторных множеств. Полученный набор комбинаторных множеств в дальнейшем будет использован для апробации метода разработки алгоритмов комбинаторной генерации, основанного на деревьях И/ИЛИ.

Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ в рамках научного проекта № 18-71-00059.

Временная сложность алгоритмов

Название комбинаторного множества	Временная сложность алгоритма	
	Rank	Unrank
Двоичные деревья с n внутренними узлами	Время $O(n^2)$ Память $O(n)$	Время $O(n^2)$ Память $O(n)$
Ненумерованные упорядоченные деревья	Время $O(n)$ + Вспомогательная таблица с временем и памятью $O(n^2)$	Время $O(n \log n)$ + Вспомогательная таблица с временем и памятью $O(n^2)$
Z-последовательности, выраженные t -арными деревьями	$O(t n^2)$	$O(t n^2)$
Деревья с n внутренними и m внешними узлами	$O(n m)$	$O(m(n+m))$
Протяженные ациклические графы	$O(n^3)$ + Вспомогательная таблица с временем $O(n^5)$ и памятью $O(n^4)$	$O(n^3)$ + Вспомогательная таблица с временем $O(n^5)$ и памятью $O(n^4)$

ЛИТЕРАТУРА

1. Кручинин В.В. Методы, алгоритмы и программное обеспечение комбинаторной генерации: дис. ... д-ра техн. наук: 05.13.11. – Томск, 2010. – 163 с.
2. Wu R.-Y., Chang J.-M., Peng S.-L., Liu C.-L. Gray-code ranking and unranking on left-weight sequences of binary trees // IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences. – 2016. – Vol. E99A, Is. 6. – P. 1067–1074.
3. Amani M., Nowzari-Dalini A. Generation, ranking and unranking of ordered trees with degree bounds // Electronic Proceedings in Theoretical Computer Science. – 2016. – Vol. 204. – P. 31–45.
4. Ahmadi-Adl A., Nowzari-Dalini A., Ahrabian H. Ranking and unranking algorithms for loopless generation of t -ary trees // Logic Journal of the IGPL. – 2011. – Vol. 19, Is. 1. – PP. 33–43.
5. Seyed-Tabaria E., Ahrabiana H., Nowzari-Dalini A. A new algorithm for generation of different types of RNA // International Journal of Computer Mathematics. – 2010. – Vol. 87, Is. 6. – P. 1197–1207.
6. Rizzi R., Tomescu A.I. Ranking, unranking and random generation of extensional acyclic digraphs // Information Processing Letters. – 2013. – Vol. 113, Is. 5-6. – P. 183–187.

ПОДСЕКЦИЯ 3.4

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ

*Председатель – Ходашинский И.А., проф. каф. КИБЭВС, д.т.н.;
зам. председателя – Сарин К.С., доцент каф. КИБЭВС, к.т.н.*

УДК 004.8

ГЕНЕРАЦИЯ И ИССЛЕДОВАНИЕ ВХОДНОГО ПРОСТРАНСТВА ПРИЗНАКОВ ДЛЯ НЕЧЕТКОГО КЛАССИФИКАТОРА АУТЕНТИФИКАЦИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ ПО РУКОПИСНОЙ ПОДПИСИ

С.Н. Аримпилов, студент каф. КИБЭВС

*Научный руководитель К.С. Сарин, доцент каф. КИБЭВС, к.т.н.
г. Томск, ТУСУР, arimpilovs@icloud.com*

Проводится сравнение методов по извлечению признаков рукописной подписи. Данные признаки используются для построения ансамбля нечетких классификаторов.

Ключевые слова: нечеткие классификаторы, ансамбли классификаторов, рукописная подпись, геометрические признаки подписи, спектральное разложение подписи.

Вопрос аутентификации пользователя по рукописной подписи изучается во множестве научных публикаций, регулярно проводятся конференции по данной теме, например, на известном портале по машинному обучению Kaggle (kaggle.com) периодически появляются задачи аутентификации пользователя по подписи. Одним из этапов построения классификатора определяющего субъекта является формирование пространства признаков.

В настоящей работе проводится сравнение методов по извлечению признаков из сигналов подписи. Первый метод основан на геометрических характеристиках сигналов, а второй – на спектральном разложении. В качестве классификатора выбраны нечеткие классификаторы и их ансамбли. Сравнения проводятся по точности и ошибкам первого и второго рода.

Признаковое пространство подписи. В [1] предложен метод извлечения геометрических признаков из сигналов динамической рукописной подписи. Данный метод включает в себя, например, следующие признаки: количество отрывов пера от планшета; количество из-

менений знаков величин dx/dt и dy/dt ; количество локальных максимумов по координатам X и Y ; время подписи; отношение времени второго прикосновения пера к планшету ко всему времени нанесения подписи и т.д. Всего построено пространство из 36 признаков.

Второй метод основан на спектральном разложении сигналов подписи согласно алгоритму быстрого преобразования Фурье [2]. Сигналы подписи – это дискретные значения координат X и Y , снятые через равные промежутки времени Δt . Используя дискретное преобразование Фурье на основе N отчетов времени, функции изменения координат $x(t)$ и $y(t)$ от времени определяются выражениями

$$x(t) = \frac{a_0^x}{2} + \sum_{n=1}^{N/2} \left(a_n^x \cos nt + b_n^x \sin nt \right),$$

$$y(t) = \frac{a_0^y}{2} + \sum_{n=1}^{N/2} \left(a_n^y \cos nt + b_n^y \sin nt \right),$$

где a_n^x и b_n^x – коэффициенты n -й гармоники функции $x(t)$, a_n^x и b_n^x – коэффициенты n -й гармоники функции $y(t)$. Амплитуда каждой гармоники соответствует ее максимальному значению и определяется выражением

$$A_n^x = \sqrt{(a_n^x)^2 + (b_n^x)^2}, A_n^y = \sqrt{(a_n^y)^2 + (b_n^y)^2},$$

где $n = 1, 2, \dots, N/2$.

Частота n -й гармоники в герцах вычисляется следующим образом:

$$\omega_n = \frac{n}{N \cdot \Delta t}.$$

Величина фазы для n -й гармоники:

$$\varphi_n = \arctg \frac{b_n}{a_n}.$$

Из сигналов координат подписи можно получить сигналы скорости ведения пера. Формула для вычисления сигналов скорости

$$v_i = \frac{\sqrt{(x_{i+1} - x_i)^2 + (y_{i+1} - y_i)^2}}{\Delta t},$$

где $i = 1, 2, \dots, N - 1$, x_i и y_i – значения координат X и Y в отчет времени i . В качестве признаков пространства каждой подписи используются амплитуды, частоты и фазы первых шести гармоник с наибольшими амплитудами для сигналов координат X , Y , а также сигналов скорости ведения пера.

Ансамбли нечетких классификаторов. Для распознавания рукописной подписи использовался нечеткий классификатор [3, 4]. Основой нечеткого классификатора являются базы нечетких правил вида

$$R_i: \text{IF } x_1 = A_{i,1} \text{ AND } \dots \text{AND } x_n = A_{i,n} \text{ THEN } y = L_i.$$

Классификация нового входного вектора x проводится с помощью нахождения метки класса с наибольшей суммой влияний правил, имеющих соответствующую классу выходную метку:

$$y = L_{i^*}, \text{ где } i^* = \arg \max_{i=1, \dots, r} \prod_{j=1}^n \mu_{ij}(x_j),$$

μ_{ij} – функция принадлежности нечетких множеств i -го правила j -й переменной, определяющая нечеткий терм A_{ij} , в работе используются функции гауссового типа.

Одним из способов, позволяющих повысить точность классификации, является построение ансамблей классификаторов. В данной работе для построения ансамбля использовался метод баггинга [5]. Согласно данному методу, все элементы ансамбля строятся независимо друг от друга. Вывод ансамбля формируется голосованием, т.е. класс объекта определяется большинством голосов.

Эксперимент. Эксперименты по распознаванию рукописной подписи проводились на наборе данных SVC2004. Всего в наборе 40 пользователей. Оценка построенных моделей проводилась по схеме двукратной кроссвалидации. Результаты сравнений классификаторов с помощью статистического критерия Стьюдента для парных сравнений представлены в таблице. Здесь FC_S3 означает ансамбль из трех классификаторов, построенный на признаках спектрального разложения. FC_G1 означает одиночный классификатор, построенный на геометрических характеристиках.

Сравнение классификаторов

Классификаторы	Точность			Ошибка 1-го рода			Ошибка 2-го рода		
	95% дов. интервал		p	95% дов. интервал		p	95% дов. интервал		p
	Min	Max		Min	Max		Min	Max	
$FC_S1 - FC_G1$	-15,0	-4,5	0,00	3,4	17,4	0,01	3,9	14,5	0,00
$FC_S3 - FC_G3$	-10,8	-1,5	0,01	1,0	12,5	0,02	1,0	10,1	0,02
$FC_S5 - FC_G5$	-10,2	-1,0	0,02	-0,1	12,0	0,06	0,7	9,7	0,02
$FC_S7 - FC_G7$	-10,3	-0,8	0,02	-0,1	12,8	0,05	0,3	9,1	0,04
$FC_S9 - FC_G9$	-10,1	-0,8	0,02	0,5	0,5	0,04	-0,3	8,4	0,07

Закключение. В результате проделанной работы реализованы алгоритмы по извлечению признаков из рукописной подписи, основан-

ные на спектральных и геометрических характеристиках. После чего были построены нечеткие классификаторы и их ансамбли на полученных наборах данных. Оценены точности и ошибки первого и второго рода. Статистическое сравнение полученных результатов позволяет сделать следующие выводы: Классификаторы, построенные на геометрических признаках, показали значимо лучшую точность классификации. Что касается ошибок первого и второго рода, то здесь следует отметить, что ансамбли из 5 элементов имеют неразличимую ошибку первого рода, а ансамбли из 9 элементов имеют неразличимую ошибку второго рода.

Таким образом, результаты проделанной работы показывают, что использование геометрических признаков геометрических признаков рукописной подписи являются более эффективным для распознавания.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект № 19-47-700005.

ЛИТЕРАТУРА

1. Fierrez-Aguilarl J., Nanni L., Lopez-Peñalba J., Ortega-García J., Maltoni D. An On-Line Signature Verification System Based on Fusion of Local and Global Information // AVBPA 2005, LNCS 3546. – 2005. – P. 523–532.
2. Cham F.L., Kamins D. Signature recognition through spectral analysis. Pattern Recognition. – 1989. – No. 22 (1). – P. 39–44.
3. Сарин К.С., Ходашинский И.А. Метод Чуи для отбора информативных признаков нечеткого классификатора // Информатика и системы управления. – 2017. – № 3 (53). – С. 84–95.
4. Sarin K.S., Hodashinsky I.A. Identification of fuzzy classifiers based on the mountain clustering and cuckoo search algorithms // 2017 International Siberian Conference on Control and Communications, SIBCON–2017, Proceedings 2017. – P. 7998553.
5. Rokach L. Ensemble-based classifiers // Artificial Intelligence Review. – 2010. – Vol. 33(1–2). – P. 1–39.

УДК 004.021

НЕЧЕТКИЙ КЛАССИФИКАТОР НЕСБАЛАНСИРОВАННЫХ МЕДИЦИНСКИХ ДАННЫХ С ПРИМЕНЕНИЕМ АЛГОРИТМА ПРЫГАЮЩИХ ЛЯГУШЕК

М.Б. Бардамова, аспирант каф. КИБЭВС

*Научный руководитель И.А. Ходашинский, проф. каф. КИБЭВС, д.т.н.
г. Томск, ТУСУР, 722bmb@gmail.com*

Описан способ применения нечеткого классификатора для прогноза тридцатидневной смертности после операций на грудной аорте. Предложено использовать алгоритм на основе экстремумов классов для генерации структуры нечеткого классификатора и алгоритм прыгающих лягушек для на-

стройки параметров термов с целью увеличения точности прогнозирования. Эффективность предложенных алгоритмов проверена на авторском наборе данных.

Ключевые слова: нечеткий классификатор, алгоритм прыгающих лягушек, несбалансированные данные.

Применение методов вычислительного интеллекта в медицинской сфере позволяет сократить время врача, необходимое для рутинных операций. Кроме того, при обработке данных с помощью средств анализа могут быть получены ранее неизвестные знания, которые могут способствовать в дальнейшем облегчению процессов диагностики и лечения.

Однако анализ медицинских данных является трудной задачей, поскольку во многих случаях таблицы наблюдений содержат большое количество признаков при маленьком количестве записей. Кроме того, очень часто наблюдается несбалансированность данных – ситуация, когда один или несколько классов представлены существенно меньшим количеством записей, чем другие.

В данной работе проверена эффективность построения нечеткого классификатора на несбалансированном наборе медицинских данных с применением алгоритма прыгающих лягушек для настройки параметров нечетких термов.

Алгоритм прыгающих лягушек. Метаэвристический алгоритм прыгающих лягушек (Shuffle frog-leaping algorithm) вдохновлен поведением лягушек в процессе поиска пищи и безопасной среды обитания. Популяция входных векторов сортируется по возрастанию фитнес-функции и разбивается на n групп, называемых мемplexами. В каждом мемplexе заданное количество локальных итераций происходит через локальный поиск путем перемещения худшего вектора в направлении к лучшему в группе или к глобально лучшему вектору [1]. После завершения локальных итераций популяция объединяется, сортируется и заново разбивается на мемplexы. Так происходит до истечения количества глобальных итераций; на выходе алгоритм выдает вектор с наилучшим значением фитнес-функции.

Для повышения эффективности работы алгоритма используется мутация. После каждой пятой глобальной итерации генерируется мутантный вектор из четырех векторов, выбранных случайным образом среди «элитной» части популяции (20% векторов популяции, обладающих наилучшим значением фитнес-функции). Далее происходит формирование нового вектора на основе кроссовера из мутантного вектора и одного из «элитных» векторов. Если значение фитнес-функции нового вектора окажется лучшим по сравнению с самым худшим вектором популяции, то он будет заменен на новый вектор.

Эксперимент. Для исследования эффективности построения нечеткого классификатора на несбалансированных данных использован авторский набор данных, содержащий показатели 128 пациентов с патологией грудной аорты, прооперированных в период с 2008 по 2017 г. Набор данных содержит 8 признаков, описанных в табл. 1, и два класса. Первый класс содержит 119 записей; второй – всего 9, что позволяет считать приведенный набор данных несбалансированным.

Таблица 1

Описание набора данных «Surgeon»

Название признака	Тип	Область определения
Pump time	Целочисленный	[70; 675]
Clamp time	Целочисленный	[45; 302]
ACP	Целочисленный	[12; 120]
Circulatory arrest	Целочисленный	[12; 95]
Fresh-frozen plasma units	Целочисленный	[0; 22]
Profound hypothermia	Бинарный	0, 1
Operation duration	Целочисленный	[150; 980]
Hemoglobin next day	Целочисленный	[72; 130]

Таблица 2

Результаты построения нечеткого классификатора

Номер выборки	1	2	3	4	5	Среднее
Обучающая выборка						
Точность, %	97,06	96,08	98,04	95,15	95,15	96,29
N_1/N_1^*	95/95	95/94	95/95	95/95	96/95	95,2/94,8
Точность первого класса, %	1	0,99	1	1	0,99	0,99
N_2/N_2^*	7/4	7/4	7/5	8/3	7/3	7,2/3,8
Точность второго класса, %	0,57	0,57	0,71	0,38	0,43	0,53
Тестовая выборка						
Точность, %	96,15	92,31	92,31	96,00	100,0	95,35
N_1/N_1^*	24/24	24/23	24/24	24/24	23/23	23,8/23,6
Точность первого класса, %	1	0,96	1	1	1	0,99
N_2/N_2^*	2/1	2/1	2/0	2/0	2/2	1,8/0,8
Точность второго класса, %	0,5	0,5	0	0	1	0,4

Структура нечеткого классификатора была построена алгоритмом на основе экстремумов классов с гауссоидными функциями принадлежности [2]. Настройка параметров термов была проведена алго-

ритмом прыгающих лягушек, использующим следующие параметры: 8 глобальных итераций, 8 локальных итераций, 5 мемплексов, 5 лягушек в мемплексе, 1, 2 – параметр кроссовера в мутации. Эксперимент был проведен по пятикратной системе кроссвалидации; в табл. 2 приведены результаты классификации на каждой из пяти обучающих и тестовых выборок отдельно и итоговое усредненное значение по всем выборкам. Запись вида N_i/N_i^* обозначает количество записей i -го класса в выборке и количество записей i -го, верно определенных классификатором.

Заключение. Алгоритм прыгающих лягушек, применяющийся для настройки параметров термов, и алгоритм генерации структуры на основе экстремумов классов позволили построить нечеткий классификатор, продемонстрировавший 95% точность классификации на авторском наборе данных. Так как точность предсказания меньшего класса мала, требуется разработка инструментов для работы нечеткого классификатора с несбалансированными данными.

ЛИТЕРАТУРА

1. Narimani M.R. A New Modified Shuffle Frog Leaping Algorithm for NonSmooth Economic Dispath // World Applied Sciences Journal. – 2011. – P. 803–814.
2. Bardamova M., Konev A., Hodashinsky I., Shelupanov A. A Fuzzy Classifier with Feature Selection Based on the Gravitational Search Algorithm // Symmetry. – 2018. – Vol. 10. – P. 609.

УДК 004.932

КОМПЬЮТЕРНАЯ ПРЕДОБРАБОТКА АУДИОСИГНАЛОВ И ИЗОБРАЖЕНИЙ

А.И. Буславский, аспирант; М.В. Харинов, с.н.с., к.т.н.

Научный руководитель М.В. Харинов, к.т.н.

г. Санкт-Петербург, СПИИРАН, khar@iias.spb.su

Рассматривается проблема создания единого программного обеспечения для предварительной обработки изображений и аудиосигналов на основе модели кластеризации элементов сигнала. Предлагается использовать единое представление сигнала в виде линейно упорядоченного мультимножества *отсчетов* (пикселей изображения или сэмплов аудиосигнала). Приводится общая схема вычислений. Формулируются основные требования к организации данных. Обсуждается реализация общей схемы и организации данных посредством динамической алгебраической сети.

Ключевые слова: пиксели изображения, сэмплы аудиосигнала, отчеты, сетевая структура, иерархическое упорядочение, сжатие и передача данных, ускорение вычислений.

В настоящее время решаются [1], но еще не решены проблемы обработки сигналов (изображений, аудиосигналов, видео и пр.) независимо от их конкретного содержания. Однако уже возникает следующая насущная проблема совместной обработки сигналов в задачах мультимодального распознавания [2], детектирования препятствий при полете БПЛА [3], создания «интеллектуального пространства» (smart environment) [4] и многих других. Одновременное решение указанных проблем невозможно без эффективной модели предварительной обработки сигналов, обходящейся без априорной информации о конкретном содержании. В отличие от сигналов с известным контентом, например биомедицинских изображений, или речевых аудиосигналов подходящих моделей для произвольных сигналов немного. К таковым относятся модель выделения в сигнале наиболее заметных отсчетов [5] и разрабатываемая в СПИИРАН модель [6] упорядочения кластеров пикселей по параметру *гетерогенности* (неоднородности), которая дополняет и обобщает положения модели [5].

Модель [6] разработана для *полномасштабных* изображений, состоящих из миллионов пикселей. Без существенных изменений она переносится на случай аудиосигналов, поскольку предусматривает линейное упорядочивание пикселей в порядке построчной развертки. Таким образом, пиксели изображения по пространственной координате упорядочиваются в линейные массивы точно так же, как сэмплы в аудиосигналах во времени.

Модель поддерживает *предварительную обработку* сигнала, под которой понимается иерархическое упорядочение кластеров отсчетов. При этом ставится и решается задача разбиения сигнала на вложенные сигналы, иначе – «объекты» различной величины, которые детектируются компьютером для обнаружения, например, лиц и элементов лиц на изображении или слов и букв в речевом сигнале. По сравнению с обычной кластеризацией отсчетов сигнала рассматриваемая в модели иерархия вложенных сигналов позволяет конструктивно обсуждать выделение всех доступных объектов на этапе предварительной обработки.

Основные положения, на которые опирается модель, выражаются утверждениями:

1. «Многомерный» входной сигнал задается несколькими линейными *компонентными* сигналами (три в цветовых компонентах изображения или двумя в аудиосигнале).

2. В оцифрованном виде для сигнала характерна выраженная повторяемость значений отсчетов по компонентам, что особенно характерно для цифровых изображений и для аудиосигналов в мобильной

телефонии, в которой отсчеты в каждой компоненте занимают единственный байт.

Общая схема вычислений иллюстрируется рис. 1.

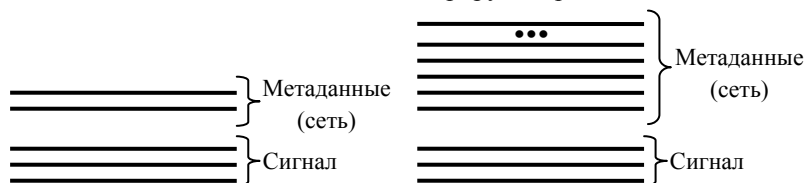


Рис. 1. Общая схема динамических вычислений

На рис. 1 слева изображен сигнал, получаемый и предварительно обрабатываемый на некотором устройстве приема/передачи с ограниченными вычислительными ресурсами, к которому добавляется пара массивов основных метаданных, задающих простейшую начальную иерархическую кластеризацию отсчетов. На основе иерархической кластеризации сигнал редуцируется по числу значений отсчетов, сжимается и передается на устройство стационарной обработки с большими вычислительными ресурсами. При дальнейшей обработке по основным метаданным вычисляются вспомогательные за счет добавления определенного числа массивов одинаковой длины. За счет дополнительных метаданных в объеме доступной оперативной памяти выполняется скоростная содержательная обработка данных сигнала, в том числе оптимизация иерархии кластеров отсчетов, заданная основными метаданными.

Основными метаданными (слева на рис. 1) служат массив дерева (ациклического графа) и массив связывающего отсчеты цикла (на рис. 1 справа). Вспомогательные метаданные включают дополнительные массивы деревьев, циклов и систем указателей, которые генерируются в формате сигнала для ускорения вычислений.

На первый взгляд, схема рис. 1 либо не точна, либо не реализуема, поскольку деревья, которые задают иерархию отсчетов, содержат большее количество узлов, чем число N отсчетов в сигнале. Однако это не так, поскольку вместо традиционных деревьев иерархия отсчетов задается динамическими деревьями Слейтора–Тарьяна [6], состоящими ровно из N узлов. Дополнительное преимущество метаданных на основе динамических деревьев состоит в том, что они, задавая иерархию кластеров, записываются в координатах отсчетов и сами кластеризуются вместе с отсчетами.

Динамические деревья и циклы образуют динамическую сеть, которая является *алгебраической*, поскольку результирующая сеть стро-

ится путем слияния начальных элементарных сетей, что будет детализировано в последующих работах.

ЛИТЕРАТУРА

1. PPAML (Probabilistic Programming for Advanced Machine Learning) [Электронный ресурс]. – <https://galois.com/project/probabilistic-programming-for-advanced-machine-learning/> (дата обращения: 06.03.2019).
2. Карпов А.А., Ронжин А.Л., Ли И.В., Шалин А.Ю. Речевые технологии в многомодальных интерфейсах // Труды СПИИРАН. – 2004. – Вып. 2, т. 1. – С. 183–193.
3. Ронжин А.Л., Нгуен В.В., Соленая О.Я. Анализ проблем разработки беспилотных летательных манипуляторов и физического взаимодействия БЛА с наземными объектами // Труды МАИ. – 2018. – Вып. 98. – 26 с.
4. Юсупов Р.М., Ронжин А.Л. О работе научно-образовательного центра «Технологии интеллектуального пространства» // Труды СПИИРАН. – 2010. – Вып. 1 (12). – С. 247–248.
5. Cheng M.M., Mitra N.J., Huang X., Torr P.H., Hu S.M. Global contrast based salient region detection // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. – 2015. – Vol. 37, No. 3. – P. 569–582.
6. Kharinov M.V. Pixel Clustering for Color Image Segmentation, Programming and Computer Software. – 2015. – Vol. 41, No. 5. – P. 258–266.

УДК 004.852

ПОСТРОЕНИЕ КЛАССИФИКАТОРА ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ФРАГМЕНТА ИСТОРИИ БОЛЕЗНИ

И.С. Демченко, магистрант

Научный руководитель С.В. Аксёнов, доцент ОИТ, к.т.н.

г. Томск, ТПУ, axyonov@tpu.ru

Рассматривается построение классификатора для медицинских данных.

Ключевые слова: машинное обучение, обработка текстовых данных, история болезни, медицинские карточки, осмотр врача, кластеризация, классификация, natural language processing, machine learning, CatBoost, classification.

В современном мире методы машинного обучения применяются почти повсеместно. Однако в некоторых областях получают гораздо большее распространение, чем в других. Информатизация медицины отстает от информатизации других областей.

В рамках проекта по разработке системы поддержки принятия решения врача была поставлена задача разработки алгоритма классификации предложений из истории болезни пациента, а именно из документа «Осмотр при поступлении». При поступлении на вход алгоритма случайного предложения из данного документа он должен бу-

дет классифицировать его в один из имеющихся блоков. Так, в документе «Осмотр при поступлении» имеется 11 логических блоков: номер, пол и возраст пациента; дата и время осмотра; жалобы; анамнез болезни; анамнез жизни; анамнез ВТЭ; объективный статус; локальный статус; диагноз при поступлении; обоснование диагноза; диагноз.

В выборке для анализа были доступны деперсонализированные истории болезни пациентов с рожистыми воспалениями. Перед началом обучения алгоритма необходимо было провести разметку данных согласно выделенным логическим блокам. Пример размеченного фрагмента истории болезни представлен на рис. 1.

	text	name	category_id
0	Номер 11 пол женский возраст 46	Номер пациента, пол и возраст	0
1	Дата 22 11 2016 время 23:50	Дата и время осмотра	1
2	Повышенная температура, головная боль, боли р...	Жалобы	2
3	заболела вечером 21.11.16г - общее недомогани...	Анамнез болезни	3
4	Заболеваний детства не помнит. Росла и развива...	Анамнез жизни	4

Рис. 1. Фрагмент размеченной истории болезни в формате pandas.DataFrame

Для решения поставленной задачи было принято решение воспользоваться библиотекой CatBoost. CatBoost – это продвинутая библиотека градиентного бустинга на деревьях решений с открытым исходным кодом [1]. Его особенность – в том, что он хорошо подходит для работы с разнородными данными. Кроме того, градиентный бустинг даёт точные результаты даже там, где данных относительно мало. Обученные с помощью CatBoost модели позволяют использовать всё многообразие доступных данных, не тратя времени на их перевод в числовую форму [2]. Так, в сравнительном тестировании на популярных дата-сетах CatBoost выигрывает у аналогов [3].

Для извлечения признаков из текстовых данных используется популярный подход, заключающийся в использовании модели bag of words: модели, в которой для каждого документа, текста фрагмента истории болезни в нашем случае, учитывается наличие и частота слов, однако их порядок игнорируется. В частности, для каждого фрагмента в нашем наборе данных мы рассчитаем меру, называемую Term Frequency, Inverse Document Frequency, сокращенно обозначенную как tf-idf. Мы будем использовать sklearn.feature_extraction.text.TfidfVectorizer для вычисления вектора tf-idf [4].

Для обучения модели CatBoostClassifier на вход алгоритму подаются абзацы, блоки из нескольких предложений, относящиеся к одному разделу из одной истории болезни. Таким образом, при исполь-

зовании модели в дальнейшем для классификации могут подаваться как предложения, так и блоки предложений, как того требует задача.

Для изучения неточностей в предсказаниях модели удобно пользоваться матрицей несоответствий. Данная матрица сообщает нам о верности предсказаний классификатора посредством указания на совпадения и различия спрогнозированного и фактического классов.

Особый интерес в процессе обучения модели представляют ошибки модели, т.е. случаи для которых спрогнозированный класс отличается от фактического. Тогда желательно рассмотреть такие случаи детально, имея предварительно базовые знания в изучаемой области. Так, на рис. 2 представлен фрагмент детального изучения ошибок модели. Здесь можно заметить, что фрагмент, относящийся к жалобам, был классифицирован как анамнез болезни, и действительно в истории болезни два данных фрагмента зачастую если не дублируют друг друга, то содержат однотипную информацию.

'Жалобы' predicted as 'Анамнез болезни' : 1 examples.

	name	text
2	Жалобы	Повышенная температура, головная боль, боли р...

'Локальный статус' predicted as 'Анамнез болезни' : 1 examples.

	name	text
7	Локальный статус	на правой голени и стопе отёк тестоватой конс...

Рис. 2. Фрагмент детального разбора ошибок классификатора

На рис. 3 можем видеть результат тестирования модели.

	precision	recall	f1-score	support
Номер пациента, пол и возраст	1.00	1.00	1.00	3
Дата и время осмотра	1.00	1.00	1.00	1
Жалобы	1.00	0.50	0.67	2
Анамнез болезни	0.33	1.00	0.50	1
Анамнез жизни	1.00	1.00	1.00	3
Анамнез ВТЭ	0.33	1.00	0.50	1
Объективный статус	1.00	1.00	1.00	1
Локальный статус	0.00	0.00	0.00	2
Диагноз при поступлении	0.50	1.00	0.67	1
Обоснование диагноза	0.00	0.00	0.00	1
Диагноз	1.00	0.67	0.80	3
avg / total	0.75	0.74	0.71	19

Рис. 3. Classification report

Результат работы модели можно считать удовлетворительным, принимая во внимание относительно небольшой объем выборки. В дальнейшем, в рамках данного проекта планируется оцифровать большее число историй болезни, дообучить на них данную модель.

ЛИТЕРАТУРА

1. CatBoost – Технологии Яндекса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tech.yandex.ru/catboost/> (дата обращения: 05.03.2019).
2. CatBoost – новый метод машинного обучения от Яндекса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://yandex.ru/blog/company/catboost-novyuy-metod-mashinnogo-obucheniya-ot-yandeksa> (дата обращения: 05.03.2019).
3. CatBoost – open-source gradient boosting library [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://catboost.ai/#benchmark> (дата обращения: 05.03.2019).
4. Multi-Class Text Classification with Scikit-Learn // Towards Data Science [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://towardsdatascience.com/multi-class-text-classification-with-scikit-learn-12f1e60e0a9f> (дата обращения: 05.03.2019).

УДК 004

ОТБОР ИНФОРМАТИВНЫХ ПРИЗНАКОВ ДЛЯ НЕЧЕТКОГО КЛАССИФИКАТОРА С ПОМОЩЬЮ БИНАРНОГО АЛГОРИТМА «KRILL HERD»

И.В. Филимоненко, студент каф. БИС

*Научный руководитель И.А. Ходашинский, проф. каф. КИБЭВС, д.т.н.
г. Томск, ТУСУР, ifilimon96@mail.ru*

Проведено сравнение точности классификации алгоритма оптимизации «Krill Herd» на всех признаках наборов данных с точностью классификации на отобранных признаках.

Ключевые слова: метаэвристика, оптимизация, классификатор, отбор признаков, информативные признаки, нечеткие системы.

Отбор информативных признаков представляет собой процесс нахождения оптимального подмножества признаков (атрибутов, свойств) в соответствии с заданным критерием. Критерий определяется в зависимости от цели отбора признаков. Чаще всего целью является повышение точности классификатора [1].

Постановка задачи. Классификация состоит в определении среди множества меток классов такой метки, которая соответствует вектору значений признаков объекта. В универсуме $U = (A, C)$, где $A = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ – множество входных признаков, $C = \{c_1, c_2, \dots, c_m\}$ – множество меток классов, объект характеризуется своим вектором значений признаков. Основой нечеткого классификатора является продукционное правило следующего вида [2]:

R_j : ЕСЛИ $s_1 \wedge x_1 = A_{1j}$ И $s_2 \wedge x_2 = A_{2j}$ И ... И $s_n \wedge x_n = A_{nj}$ ТО $\text{class} = c_j$,
 где A_{ki} – нечеткий терм, характеризующий k -й признак в j -ом правиле ($j \in [1, R]$, $k \in [1, n]$), R – число правил; $\mathbf{S} = (s_1, s_2, \dots, s_n)$ – бинарный вектор признаков: запись $s_i \wedge x_i$ указывает на наличие ($s_i = 1$) или отсутствие ($s_i = 0$) признака в классификаторе.

$$\text{class} = c_{j^*} = \arg \max_{1 \leq j \leq m} \beta_j,$$

где $\beta_j(x) = \sum_{R_j} \prod_{k=1}^n A_{ki}(x_k)$, $j = 1, 2, \dots, m$ – степень соответствия входного вектора каждому классу. Выходом классификатора будем считать метку класса, определяемую по максимальному суммарному значению [2, 3]. На таблице наблюдений $\{(\mathbf{x}_p; c_p), p \in [1, z]\}$ мера точности классификации задается как отношение количества правильно определенных меток классов к количеству объектов:

$$E(\mathbf{\theta}, \mathbf{S}) = \frac{\sum_{p=1}^z \begin{cases} 1, & \text{если } c_p = \arg \max_{1 \leq j \leq m} f_j(\mathbf{x}_p; \mathbf{\theta}, \mathbf{S}) \\ 0, & \text{иначе} \end{cases}}{z},$$

где $f(\mathbf{x}_p; \mathbf{\theta}, \mathbf{S})$ – выход нечеткого классификатора с параметрами $\mathbf{\theta}$ и признаками $\mathbf{S}$ в точке $\mathbf{x}_p$.

Проблема построения нечеткого классификатора сводится к поиску максимума указанной функции в пространстве $\mathbf{S}$ и $\mathbf{\theta}$. В работе оптимизация параметров $\mathbf{\theta}$ происходит при помощи непрерывного алгоритма «Krill Herd» [4], поиск оптимального вектора $\mathbf{S}$ выполнен бинарным алгоритмом «Krill Herd».

Бинарный алгоритм «Krill Herd». В данном алгоритме оптимизируется бинарный вектор $\mathbf{S}$, содержащий информацию о наличии или отсутствии того или иного признака, при расчете фитнес-функции. Функции, используемые в алгоритме:

$$\begin{aligned} \text{randvector}(0,1) &= (\text{bin}_1, \text{bin}_2, \dots, \text{bin}_n), \quad \text{bin}_i = \text{rand}\{0,1\}, \\ \text{disct}(\mathbf{x}, \mathbf{y}) &= (\text{res}_1, \text{res}_2, \dots, \text{res}_n), \quad \text{res}_i = \begin{cases} x_i, & \text{если } x_i = y_i, \\ \text{rand}\{0,1\}, & \text{иначе} \end{cases}, \end{aligned}$$

где $\text{rand}\{0,1\}$ – случайно выбранное число: 0 или 1.

Данный алгоритм состоит из следующих шагов:

Шаг 1. Инициализация начальной популяции крилей.

Шаг 2. Расчет фитнес-функции до оптимизации алгоритмом.

Шаг 3. Расчет значения фактора плотности стада ($\mathbf{N}$); перемещение криля $\mathbf{N}_i(t)$, вызванное движением других членов стада, вычисляется следующим образом:

$$\mathbf{N}_i(t+1) = \text{disct}(\text{disct}(\mathbf{N}_{\max}, \mathbf{a}_i), \mathbf{N}_i(t)), \quad \mathbf{a}_i = \text{disct}(\mathbf{a}_i^{\text{local}}, \mathbf{a}_i^{\text{target}}),$$

где $N_{\max}$ – максимальная скорость крилей в стаде; $\mathbf{a}_i^{\text{local}}$ – вектор движения, учитывающий влияние соседей i -го криля; $\mathbf{a}_i^{\text{target}}$ – вектор движения, учитывающий влияние лучшего криля в стаде. Влияние соседей определяется следующим образом:

$$\mathbf{a}_i^{\text{local}} = \text{disct}(\hat{K}_{i,j}, \hat{\mathbf{S}}_{i,j}), \quad \hat{\mathbf{S}}_{i,j} = \text{disct}(\mathbf{S}_j, \mathbf{S}_i),$$

$$\hat{K}_{i,j} = \text{disct}(\text{randvector}(0,1), \mathbf{S}_{i,j}),$$

$\mathbf{S}_{i,j}$ – j -й сосед i -го криля. $r_i = \frac{1}{5P} \sum_{j=1}^P \|\mathbf{S}_i - \mathbf{S}_j\|$, где P – число крилей в стаде. Вектор движения, учитывающий влияние лучшего криля в стаде, определяется по формуле:

$$\mathbf{a}_i^{\text{target}} = \text{disct}(\text{disct}(\text{randvector}(0,1), \hat{K}_{i,\text{best}}), \hat{\mathbf{S}}_{i,\text{best}}).$$

Шаг 4. Расчет значения фактора поиска пищи ($\mathbf{F}$); перемещение i -го криля в поисках пищи определяется предполагаемым расположением пищи и предыдущим опытом криля и вычисляется по следующим формулам:

$$\mathbf{F}_i(t+1) = \text{disct}(\text{disct}(1, \mathbf{\beta}_i), \text{disct}(0, \mathbf{F}_i(t))), \quad \mathbf{\beta}_i = \text{disct}(\mathbf{\beta}_i^{\text{food}}, \mathbf{\beta}_i^{\text{best}}),$$

$$\mathbf{\beta}_i^{\text{food}} = \text{disct}(\text{disct}(C_{\text{food}}, \hat{K}_{i,\text{food}}), \hat{\mathbf{S}}_{i,\text{food}}),$$

$$C_{\text{food}} = \begin{cases} 1, & \text{если } 2 \left(1 - \left(\frac{t}{t_{\max}} \right) \right) > 1, \\ 0, & \text{иначе,} \end{cases}$$

$$\mathbf{S}_{\text{food}} = \text{disct}(\mathbf{S}_i, \text{randvector}(0,1)), \quad \mathbf{\beta}_i^{\text{best}} = \text{disct}(\hat{K}_{i,\text{best}}, \hat{\mathbf{S}}_{i,\text{best}}),$$

где $\hat{\mathbf{S}}_{i,\text{best}}$ – лучшая из всех предыдущих позиция i -го криля.

Шаг 5. Расчет новых значений положения криля; в процессе решения задачи оптимизации вектора признаков координаты каждого криля – это решение, определяемое вектором $\mathbf{S}$. Позиция i -го криля на $(t+1)$ -й итерации выполнения алгоритма определяется следующим образом:

$$\mathbf{S}_i(t+1) = \text{disct}(\mathbf{S}_i(t), \Delta \mathbf{S}_i),$$

$$\Delta \mathbf{S}_i = \text{disct}(\text{disct}(\mathbf{N}_i(t), \mathbf{F}_i(t)), 1).$$

Шаг 6. Обновление значений фитнес-функции.

Шаг 7. Проверка условия достижения необходимого количества итераций, если условие выполнено, останавливаем работу алгоритма, в противном случае возвращаемся к шагу 3.

Результаты работы. При проведении эксперимента использовался метод кроссвалидации, обучающие (*Trn*) и тестовые (*Tst*) файлы сформированы в репозитории KEEL (www.keel.es) в соотношении 9 к 1 соответственно. Количество итераций на всех прогонах равно 100.

Исходя из данных, представленных в таблице, можно сделать вывод о том, что сокращение числа признаков приводит к проигрышу в проценте правильной классификации на тестовых выборках, но при этом обрабатывается меньшее количество данных, что сокращает затраченное время работы алгоритма.

Результаты классификации алгоритмом «Krill Herd»

№	DATASET	KRILL HERD (без отбора признаков)			KRILL HERD (с отбором признаков)		
		<i>F</i>	<i>Trn</i>	<i>Tst</i>	<i>F</i>	<i>Trn</i>	<i>Tst</i>
1	Vowel	13	0,497	0,482	5	0,472	0,479
2	Phoneme	5	0,773	0,767	4	0,764	0,762
3	Penbased	16	0,565	0,519	8	0,502	0,501

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках базовой части государственного задания в сфере научной деятельности (проект № 8.9628.2017/8.9).

ЛИТЕРАТУРА

1. Ходашинский И.А., Бардамова М.Б., Ковалев В.С. Отбор признаков и построение нечеткого классификатора на основе алгоритма прыгающих лягушек // Искусственный интеллект и принятие решений. – 2018. – № 1. – С. 76–81.
2. Ходашинский И.А., Мех М.А. Построение нечеткого классификатора на основе методов гармонического поиска // Программирование. – 2017. – № 1. – С. 54–65.
3. Бардамова М.Б., Анфилофьев А.Е., Филимоненко И.В., Ковалев В.С. Сравнительный анализ эффективности метаэвристических алгоритмов при построении нечетких классификаторов // Интеллектуальные системы и технологии: современное состояние и перспективы ISYT–2017: сб. науч. трудов. – 2017. – С. 22–31.
4. Gandomi A.H., Alavi A.H. Krill herd: A New Bio-Inspired Optimization Algorithm // Commun Nonlinear Sci. Numer. Simulat. – 2012. – Vol. 17. – P. 4831–4845.

МОДЕЛЬ ИЗВЛЕЧЕНИЯ СТРУКТУРИРОВАННЫХ ОБЪЕКТОВ И ИХ АТТРИБУТОВ ИЗ ТЕКСТОВ НА ЕСТЕСТВЕННОМ ЯЗЫКЕ

Е.И. Грибков, аспирант каф. АОИ

*Научный руководитель Ю.П. Ехлаков, проф. каф. АОИ, д.т.н.
г. Томск, TUSCUP, drnemor@gmail.com*

Предложен подход к построению модели извлечения структурированных объектов и их атрибутов из текстов на естественном языке. Основой предлагаемого подхода является применение разновидности метода структурного предсказания на основе рекуррентной нейронной сети и жадного алгоритма предсказания.

Ключевые слова: обработка естественного языка, машинное обучение.

Целью данной работы является разработка подхода к автоматизированному извлечению структурированных объектов и их атрибутов из текстов на естественном языке, а также оценка качества предлагаемого подхода на примере задачи извлечения пользовательских мнений из текстов отзывов. В настоящее время при решении этой задачи широкое распространение получил transition-based подход к предсказанию структурированных объектов с применением нейронных сетей, предполагающий предсказание последовательности действий (transitions), применение которой к некоторой начальной конфигурации позволяет получить конечную, которая содержит в себе исходную структуру [1]. Предсказание следующего действия осуществляется на основе классификатора, на вход которого подается признаковое описание текущей конфигурации системы. В литературе предложены разнообразные способы задания конфигурации, множества возможных действий над ним и признакового описания конфигурации. При этом существующие работы [1, 2, 3] посвящены проблемам синтаксического разбора, поэтому извлечение структур более сложно-го вида требует развития transition-based подхода.

Постановка задачи извлечения структурированных объектов.

Пусть задан исходный текст в виде последовательности слов $W = \{w_1, w_2, \dots, w_L\}$. Требуется определить множество структурированных объектов $O = \{o_1, \dots, o_M\}$ и их атрибутов. Здесь и далее по тексту будем называть *структурированным объектом* граф $o = \langle C, R \rangle$, где C – множество конститuentов; R – множество отношений между конститuentами. Конститuent определяется как непрерывный участок текста, границы которого задаются начальным и конечным словом, а

также типом этой сущности $e = \langle \text{begin}, \text{end}, \text{kind} \rangle$, $\text{kind} \in K$, K – множество типов конституентов. Элементами множества R являются упорядоченные тройки, задающие участвующие в отношении сущности, и множество атрибутов объекта attrib :

$$R \subseteq \{(c_1, c_2, \text{attrib}): c_1, c_2 \in C, \text{attrib} \subseteq A\}.$$

Для извлечения структурированных объектов и их атрибутов в работе предлагается использовать конфигурацию, состоящую из трех компонентов: входного буфера B , который заполняется векторными признаками слов исходного текста, истории совершенных моделью действий D , буфера найденных на предыдущих шагах конституентов и их частей S .

При задании описания множества доступных действий каждому элементу $\text{kind} \in K$ соответствует действие $\text{START}(\text{kind})$, которое перемещает первый токен будущего конституента из буфера B в новый конституент на вершине S . Действие $\text{ADD}(\text{kind})$ перемещает текущий токен из B в находящийся на вершине буфера конституент. Действие SHIFT удаляет текущий токен из B и заканчивает формирование конституента на вершине S . Действие $\text{LINK}(n_1, n_2)$ связывает между собой конституенты на позициях n_1 и n_2 новым отношением. Для каждого атрибута $\text{ATTRIB} \in A$ задается действие $\text{ATTRIB}(\text{VAL})$, добавляющее соответствующий атрибут со значением VAL последнему предсказанному отношению.

Предсказание очередного действия a_t осуществляется на основе признакового описания состояния системы, представленного вектором $\mathbf{u}_t$: $p(a_t | \mathbf{u}_t) = \exp_{a_t}^T \mathbf{u}_t + b_{a_t} / \sum_{a'} \exp_{a'}^T \mathbf{u}_t + b_{a'}$.

Вектор $\mathbf{u}_t$ вычисляется как комбинация представлений составных частей состояния: $\mathbf{b}_t$ – вектор текущего слова буфера B ; $\mathbf{d}_t$ – представление истории совершенных действий и $\mathbf{s}_t$ – представление буфера конституентов; $\mathbf{u}_t = \tanh(\mathbf{W}[\mathbf{b}_t, \mathbf{d}_t, \mathbf{s}_t] + \mathbf{c})$. Буфер B заполняется векторными признаками слов исходного текста, полученными с помощью двунаправленной LSTM-сети [4]: $\mathbf{b}_t = \text{LSTM}(w_t, \mathbf{b}_{t-1})$. Представление истории действий формируется с помощью LSTM к каждому новому элементу последовательности действий. Представление буфера S получается путем конкатенации l последних векторных представлений конституентов: $\mathbf{s}_t = [S_1, S_2, \dots, S_l]$.

Экспериментальная апробация. Описанный подход прошел экспериментальную проверку на примере задачи извлечения мнений о

потребительских свойствах товаров из отзывов покупателей. Объекты содержат конститuentы *аспект* и *описание*, возможные атрибуты объекта: *тональность* (плохая, хорошая, нейтральная); *цель* (товар, доставка, продавец). В качестве обучающих данных использовались отзывы из интернет-магазина Amazon.

Во время обучения параметров модели максимизировалось правдоподобие последовательности действий примеров из обучающей выборки. Использовались следующие значения гиперпараметров: двухслойные LSTM размерностью 100, dropout на уровне 0.3, алгоритм оптимизации Adam со стандартными параметрами. Точность модели оценивалась F-мерой, рассчитанной для каждого компонента сущности. Результаты обучения модели на двух задачах представлены в таблице.

Результаты обученной модели

Аспект F1	Описание F1	Связь F1	Тональность F1	Цель F1
71,56%	73,58%	72,34%	68,73%	70,30%

Вывод. Высокий уровень показателя F1 для всех сущностей позволяет сделать вывод о высоком качестве полученных предсказаний. Можно предположить, что использование истории совершенных действий позволяет учитывать последние совершенные шаги, повышая локальную точность предсказания, а доступ к найденным частям структуры позволяет лучше учитывать их в предсказании, увеличивая таким образом глобальную согласованность структуры в целом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Dyer C. et al. Transition-based dependency parsing with stack long short-term memory // Proceedings of the 53rd Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics and the 7th International Joint Conference on Natural Language Processing. Beijing, China, 27–31 July 2015. – Vol. 1. – P. 334–343.
2. Dyer C. et al. Transition-based dependency parsing with stack long short-term memory / Proceedings of the 53rd Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics and the 7th International Joint Conference on Natural Language Processing. Beijing, China, 27–31 July 2015. – Vol. 1. – P. 334–343.
3. Chen D., Manning C.D. A fast and accurate dependency parser using neural networks // Proceedings of the 19th Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing (EMNLP 2014). Doha, Qatar, 25–29 October 2014. – P. 740–750.
4. Graves A., Jaitly N., Mohamed A. Hybrid speech recognition with deep bidirectional LSTM // Proceedings of the IEEE Workshop on Automatic Speech Recognition and Understanding (ASRU 2013). Olomouc, Czech Republic, 8–12 December 2013. – P. 273–278.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОНАЛЬНОСТИ ТЕКСТА С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

М.И. Васильева, Е.А. Грохотова, студентки каф. КИБЭВС;

А.В. Куртукова, студентка каф. БИС

Научный руководитель А.С. Романов, доцент каф. БИС, к.т.н.

г. Томск, ТУСУР, maryska-98@mail.ru

Проект ГПО БИС-1702 «Интеллектуальный анализ текста»

Представлена методика определения тональности текста на основе рекуррентной нейронной сети (RNN). Приведены результаты экспериментов, полученных на основе базы данных, собранной из соц. сети twitter. Точность методики и исходной программной системы составляет 77%.

Ключевые слова: нейронная сеть, тональность текста, LSTM.

Настроение людей оказывает прямое влияние на принятие решений в коммерческой сфере. Так как существенный пласт информации в Интернете представлен в текстовой форме, прогнозирование настроений по тексту является актуальным направлением. Нейронные сети (НС) являются популярным решением задачи тонального анализа текста.

Таким образом, цель работы – разработать программную систему на основе НС для определения тональности текста.

Так как любой осмысленный текст представляет собой связанную последовательность слов, где следующее слово чаще всего однозначно определяется в контексте предыдущих, то для решения задачи тонального анализа текста не подходят традиционные НС – они не способны связывать предыдущие фрагменты текста с последующими для понимания общего смысла всего текста или конкретного предложения. Данную задачу лучше всего решает RNN. При её работе информация обрабатывается циклично, используя эффект запоминания предыдущих фрагментов текста. Поэтому при анализе предметной области было уделено особое внимание данному типу НС.

В статье [1] для задачи определения тональности были использованы две архитектуры НС: рекуррентная НС (RNN) и сеть с рекуррентным и сверточным слоями (CRNN). В результате точность первой сети составила 69%, а сети с рекуррентным и сверточным слоями – 71%.

В статье [2] в качестве базовой структуры глубокой НС используется модель долгой краткосрочной памяти (LSTM). Авторы статьи смогли добиться высокой гибкости, получив возможность обучать НС на одном языке и делать прогноз на другом. Рассматриваемыми языковыми парами являются английский–русский и русский–казахский.

Наибольшей точности 70% для русского языка авторам удалось добиться на паре английский–русский.

Авторы статьи [3] также обучают сеть RNN на большом наборе англоязычных данных и, используя полученные веса, делают модель более специализированной для определенного языка. В результате точность классификации для русского языка составила 85%.

Интересным будет сравнение глубоких архитектур с традиционным подходом на основе машины опорных векторов (SVM), ранее предложенным исследователями ТУСУРа [4]. Корпус для обучения и оценки классификации SVM содержал негативный, положительный и отрицательный классы и включал в себя более 16 тыс. сообщений. Данный подход предполагал предварительную обработку сообщений: удаление стоп-слов, знаков пунктуации, цифр, обработку эмотиконов, обценной лексики и эмоционально окрашенных слов. Сообщения были нормализованы, орфография скорректирована. Полученная точность составила 98% при использовании стратегии принятия решений «один против всех».

Эксперимент и полученные результаты. За основу архитектуры для тонального анализа текста была взята RNN с дополнительным запоминающим слоем LSTM, решающим проблемы долгосрочной зависимости. В отличие от простой RNN сеть со слоем LSTM лучше приспособлена к задачам классификации и прогнозирования. На рис. 1 представлена ее архитектура.

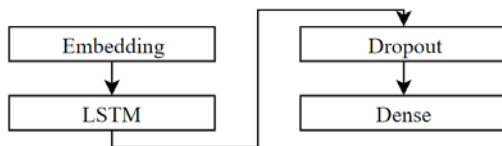


Рис. 1. Архитектура разработанной сети

Разработанная архитектура содержит следующие слои: Embedding – слой для векторного представления слов, LSTM – слой долгой краткосрочной памяти, Dropout – слой для предотвращения переобучения и Dense – полносвязный слой.

Параметры слоев были выбраны на основе экспериментов (таблица), которые включали в себя добавление новых слоев и корректировку параметров. При обучении и тестировании был использован корпус размеченных коротких текстов из социальной сети twitter, включающий 115 тыс. положительных и 112 тыс. отрицательных сообщений.

Заключение. Наибольшая точность классификации данной моделью НС составила 77%. Она была достигнута за счет дополнения

архитектуры двумя слоями регуляризации dropout с 20% вероятностью отключения входных сигналов.

Сравнительный анализ архитектуры при её модификации

Изменения	1 эпоха	3 эпохи	5 эпох	7 эпох	10 эпох
Добавление двух слоев Dropout (0,2), %	77	76	74,7	73,8	72
Изменение параметра Dropout с 0,2 до 0,5, %	76,8	76	74,2	73	72,5
Изменение размера batch size на 256, %	76,8	75,3	73,8	73	72

Полученный результат позволяет сделать вывод о неэффективности предложенной архитектуры в сравнении с подходом на основе SVM. Однако преимуществом предложенной модели НС является возможность работы с необработанными предварительно данными.

В дальнейшем планируется продолжить исследования, в частности, провести эксперименты с различными параметрами для предложенной модели НС, исследовать другие глубокие архитектуры НС, в том числе гибриды LSTM и популярной в задачах компьютерного зрения сверточной НС (CNN). Также планируется увеличить количество классов – дополнить экспериментальную базу сообщениями нейтральной тональности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Смирнова О.С., Шишков В.В. Выбор топологии нейронных сетей и их применение для классификации коротких текстов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/v/vybor-topologii-neyronnyh-setey-i-ih-primeneniye-dlya-klassifikatsii-korotkih-tekstov> (дата обращения: 07.03.2019).
2. Abdullin Y.B., Ivanov V.V. Deep learning model for bilingual sentiment classification of short texts [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/deep-learning-model-for-bilingual-sentiment-classification-of-short-texts> (дата обращения: 07.03.2019).
3. Ethem F. Can, Aysu Ezen-Can, Fazli Can. Multilingual Sentiment Analysis: An RNN-Based Framework for Limited Data [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://arxiv.org/pdf/1806.04511.pdf> (дата обращения: 07.03.2019).
4. Шиповской В.В., Романов А.С. Многоклассовая классификация текста с использованием метода опорных векторов // Электронные средства и системы управления: матер. докл. XIII Междунар. науч.-практ. конф. (29 ноября – 1 декабря 2017 г.): в 2 ч. – Ч. 2. – Томск: В-Спектр, 2017. – С. 56–57.

**МОДЕЛЬ СКОРОСТНОЙ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ПИКСЕЛЕЙ
НА ОСНОВЕ МЕТОДА УОРДА ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ
ДОРОЖНЫХ ЗНАКОВ И ПЕШЕХОДОВ В ВИДЕОПОТОКЕ**

***И.Г. Ханыков, м.н.с. лаборатории технологии больших данных
и киберсоциофизических систем (ТБД и КСФС) СПИИРАН***

Научный руководитель М.В. Харинов, с.н.с.

лаб. БД и КСФС, доцент, к.т.н.

г. Санкт-Петербург, СПИИРАН, khar@iias.spb.su, igk@iias.spb.su

Предлагается модель скоростной кластеризации пикселей, которая позволяет преодолеть чрезмерно высокую вычислительную сложность классического метода Уорда за счет разделения процесса обработки изображения на три этапа. Описываются варианты реализации этапов.

Ключевые слова: сегментация изображений, кластеризация пикселей, метод Уорда, кусочно-постоянные приближения.

Среди проблем организации дорожно-транспортных систем мегаполисов выделяют рост численности населения городов, увеличение интенсивности использования индивидуального транспорта, рост уровня автомобилизации населения, несоблюдение правил дорожного движения, рост дорожно-транспортных происшествий. Одним из актуальных направлений развития дорожно-транспортной системы является заблаговременное распознавание дорожных знаков, пешеходных переходов, а также находящихся на проезжей части людей, животных и других посторонних предметов. Поэтому разработка интеллектуальных информационно-предупреждающих систем, решаемых в рамках разработки систем компьютерного зрения, представляется актуальной.

На рис. 1 представлен типовой алгоритм системы принятия решения по распознаванию дорожных знаков и пешеходов, состоящий из блоков сегментации изображений, выделения объектов по заданным признакам и принятия решения. Предварительная обработка изображения выполняется в блоке сегментации.

Цель работы заключается в разработке модели для совершенствования блока сегментации изображений.

Среди методов кластерного анализа, применимых в сегментации изображений, классический метод Уорда занимает особое место. Он применим в обработке изображений и дает адекватные результаты. Однако присущая ему высокая вычислительная сложность существенно ограничивает прямое применение метода. Разрабатываемая модель скоростной кластеризации пикселей изображения преодолевает

указанный недостаток за счет разделения процесса обработки на три этапа (рис. 2).



Рис. 1. Типовой алгоритм системы распознавания знаков и пешеходов



Рис. 2. Блок-схема последовательности алгоритмов аппроксимации изображения

На первом этапе «а») быстро строится грубая иерархия связанных сегментов, генерация которой доступна в двух разных вариантах. Первый вариант – применение модели Мамфорда–Шаха для укрупнения сегментов на каждом шаге. Второй вариант – разделение изображения на фрагменты регулярной сеткой для их обработки как самостоятельных изображений классическим методом Уорда с последующим объединением иерархий в одну.

На втором этапе «б») формируется заданное число суперпикселей (укрупненных пикселей), фактически выполняя улучшение качества заданного разбиения при фиксированном числе цветов (кластеров). Для этого разработаны два базовых алгоритма: SI-метод (Segmentation Improvement) и K-meanless метод (метод К-средних-без-средних). Множество программных реализаций обусловлено как возможностью комбинированного сочетания пары базовых методов SI и K-meanless (отдельно, последовательно, циклично), так и версиями самих методов (сегментарная, кластерная).

На третьем этапе «в» выполняется кластеризация суперпикселей методом Уорда.

Результаты. Модель генерирует иерархическую последовательность кусочно-постоянных приближений, из которых выбирается одно подходящее в зависимости от требуемой степени детализации объектов интереса.

Практическая значимость. Предложенная модель обходит проблему вычислительной сложности, характерную для классического метода Уорда за счет разделения процесса предобработки изображения на три последовательных этапа. С ее помощью системы распознавания объектов преодолевают ряд недостатков, например: узкую направленность и заведомую ограниченность отдельного решения; непригодность для работы в заранее неопределенных условиях без априорной информации; трудоемкость построения системы при увеличении числа объектов интереса. Построение системы больше не зависит от квалификации специалиста-предметника и предмета интереса. Выход за область допустимых входных изображений более не приводит к нарушению поведения всей системы распознавания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Юдин И.А., Ханьков И.Г. Модель распознавания дорожных знаков и пешеходов в видеопотоке // Научная сессия ТУСУР–2017, 10–12 мая 2017 г., Томск, 2017. – Ч. 4. – С. 244–245.
2. Khanykov I.G., Kharinov M.V., Patel C. Image segmentation improvement by reversible segment merging // Soft Computing and its Engineering Applications (icSoftComp), 2017 International Conference on. – IEEE, 2017. – P. 1–8.
3. Харинов М.В., Ханьков И.Г. Оптимизация кусочно-постоянного приближения сегментированного изображения // Труды СПИИРАН. – 2015. – Т. 3, № 40. – С. 183–202.
4. Kharinov M.V. Reversible Image Merging for Low-level Machine Vision. – <http://arxiv.org/abs/1604.03832>.
5. Dvoenko S.D. Meanless k-means as k-meanless clustering with the bi-partial approach. Proceedings of the 12th International Conference on Pattern Recognition and Information (PRIP'2014). – Minsk, 2014. – P. 50–54.
6. Ward J.H.Jr. Hierarchical Grouping to Optimize an Objective Function // Journal of the American Statistical Association. – 1963. – Vol. 58. – P. 236–244. – URL: <https://pdfs.semanticscholar.org/0430/b241bdd0b67d37e1143370f8d24fc46d83e9.pdf> (дата обращения: 04.03.2019).

ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛИ СКОРОСТНОЙ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ПИКСЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ МЕТОДА УОРДА В ЗАДАЧАХ ВЫДЕЛЕНИЯ ДОРОЖНЫХ ЗНАКОВ И ПЕШЕХОДОВ В ВИДЕОПОТОКЕ

И.Г. Ханьков, м.н.с. лаборатории технологии больших данных и киберсоциофизических систем (ТБД и КСФС) СПИИРАН

Научный руководитель М.В. Харинов, с.н.с.

лаб. БД и КСФС, доцент, к.т.н.

г. Санкт-Петербург, СПИИРАН, khar@iiias.spb.su, igk@iiias.spb.su

Приводится трехэтапная блок-схема скоростной кластеризации пикселей на основе метода Уорда, которая позволяет преодолеть чрезмерно высокую вычислительную сложность классического метода Уорда за счет разделения процесса обработки изображения на этапы. Описываются варианты реализации блоков. Иллюстрируются результаты обработки изображений автодорожной сцены.

Ключевые слова: сегментация изображений, кластеризация пикселей, метод Уорда, кусочно-постоянные приближения.

Среди методов кластерного анализа, применяемых в обработке изображений, особое место занимает классический метод Уорда, который обрабатывает цветные изображения и дает адекватные результаты. Но присущая методу высокая вычислительная сложность существенно ограничивает его применение. Рассматриваемая в работе модель скоростной кластеризации пикселей изображения преодолевает проблему вычислительной сложности за счет разделения всего процесса на три последовательных этапа (рис. 1).

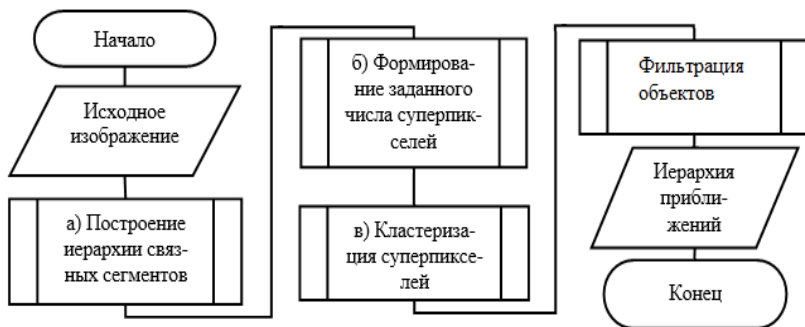


Рис 1. Блок-схема последовательности алгоритмов аппроксимации изображения и фильтрации объектов интереса

Цель работы заключается в демонстрации возможностей разработанной модели скоростной кластеризации пикселей на основе метода Уорда.

На первом этапе модель быстро строит грубую иерархию связанных сегментов. На втором этапе формируется заданное число суперпикселей – укрупненных пикселей. Фактически выполняется улучшение качества заданного разбиения при фиксированном числе цветов (кластеров). На третьем этапе выполняется кластеризация суперпикселей методом Уорда. В четвертом блоке выполняется фильтрация объектов интереса по набору заданных признаков из всего множества выделенных объектов.

В табл. 1 приведена временная характеристика обработки изображения одной тематики, но различного размера. Самая затратная по времени операция – построение иерархии связанных сегментов. При условии использования графического ускорителя модель может работать в режиме реального времени.

Таблица 1

Время и скорость кластеризации пикселей

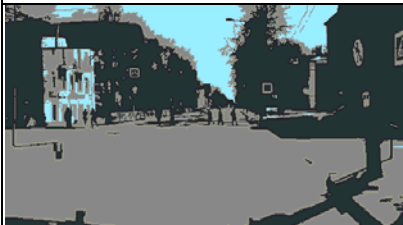
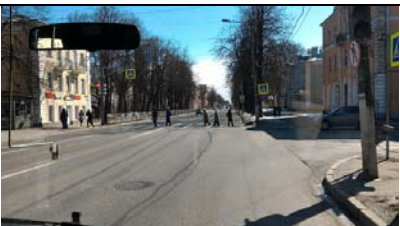
Размер изображения	Блок «а» (Mumford-Shah)	Блок «б» (Segmentation Improvement)	Блок «в» (Ward's)
533×300	2,552000 с 62 657 пикс./с	~0,000000 с ...	0,735000 с 217 551 пикс./с
1024×576	12.719000 с 46 373 пикс./с	0,016000 с 36 864 000 пикс./с	0,569000 с 1 036 598 пикс./с
2048×1152	56,587000 с 41 693 пикс./с	0.016000 с 147 456 000 пикс./с	0,609000 с 3 874 049 пикс./с

В табл. 2 представлены экспериментальные результаты обработки изображения автодорожной сцены.

Исходное изображение состоит из 159900 пикселей размером 533×300. Для него сгенерирован набор приближений равный числу пикселей исходного изображения. Первые шесть приближений представлены в табл. 2. Под каждым из них приведен показатель качества – значение суммарной квадратичной ошибки. Скоростная генерация приближений достигается за счет использования аппарата динамических деревьев Слейтора–Тарьяна. Каждое последующее приближение получается из предыдущего объединением пары кластеров пикселей (сегментов изображения) сопровождаемым минимальным приращением значения суммарной квадратичной ошибки.

Экспериментальные результаты (см. табл. 2) иллюстрируют пригодность модели скоростной кластеризации пикселя изображения для улучшения качества любой традиционной сегментации.

**Серия кусочно-постоянных приближений исходного изображения
размером 533×100 пикселей**

	
$N_{\text{кл}} = 1, \sigma = 63,21590$	$N_{\text{кл}} = 2, \sigma = 36,44706$
	
$N_{\text{кл}} = 3, \sigma = 29,37361$	$N_{\text{кл}} = 4, \sigma = 26,42838$
	
$N_{\text{кл}} = 6, \sigma = 21,53500$	$N_{\text{кл}} = 159900, \sigma = 0,00000$ Исходное изображение

ЛИТЕРАТУРА

1. Khanykov I.G., Kharinov M.V., Patel C. Image segmentation improvement by reversible segment merging // Soft Computing and its Engineering Applications (icSoftComp), 2017 International Conference on. – IEEE, 2017. – P. 1–8.
2. Ward J.H.Jr. Hierarchical Grouping to Optimize an Objective Function // Journal of the American Statistical Association. – 1963. – Vol. 58. – P. 236–244.
3. Sleator D.D., Tarjan R.E. Self-Adjusting Binary Search Trees. Journal of the ACM. – 1985. – Vol. 32, No. 3. – P. 652–686.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ НЕЧЁТКОГО КЛАССИФИКАТОРА НА ОСНОВЕ АЛГОРИТМА КИТОВ

Н.П. Коряшев, студент каф. БИС

Научный руководитель И.А. Ходашинский, проф. каф. КИБЭВС, д.т.н.

г. Томск, ТУСУР, koryshev1997@gmail.com

Проект ГПО КИБЭВС-1705 «Нечёткие системы»

Рассматривается применение метаэвристического алгоритма китов, изначально предназначенного для решения задачи оптимизации целевых функций в непрерывном пространстве поиска, для настройки параметров нечёткого классификатора. Автором приводятся результаты работы алгоритма китов вместе с результатами работы эволюционного алгоритма D-MOFARC, а также оценка этих результатов.

Ключевые слова: оптимизация, метаэвристический алгоритм, роевый интеллект, наборы данных, нечёткий классификатор.

Оптимизация подразумевает собой задачу нахождения экстремума или оптимума некоторой целевой функции в некоторой области конечномерного пространства, называемого пространством поиска. При наличии нескольких оптимумов ставится задача найти глобальный оптимум – наилучшее решение. В качестве алгоритмов решения задачи оптимизации могут выступать метаэвристические алгоритмы, осуществляющие поиск оптимума функций с высокой точностью [1].

Цель работы – изучение и реализация метаэвристического алгоритма китов (Whale Optimization Algorithm, или WOA) для оптимизации параметров нечёткого классификатора.

Описание алгоритма. Алгоритм китов – метаэвристический алгоритм роевого интеллекта, основанный на роевом поведении горбатых китов [2]. Для имитации движения частиц в пространстве используются два поведенческих механизма, которые обновляют вектор позиции частицы на каждой итерации: сужающегося окружения добычи и построения спиралевидной пузырьковой сети для атаки на добычу. Первый механизм представляет собой выполнение этапа диверсификации, второй – этапа интенсификации, в котором частицы стремятся к оптимуму, двигаясь по спиралевидной траектории. Значение вектора позиции некоторой особи на следующей итерации выполнения алгоритма определяется следующим образом:

$$\overrightarrow{X}_i(t+1) = \begin{cases} \overrightarrow{X}^*(t) - A_i(t) \cdot \overrightarrow{D}_i(t) & \text{при } p_i(t) \leq 0,5, \\ \overrightarrow{D}_i(t) \cdot \exp[b \cdot l_i(t)] \cdot \cos[2\pi l_i(t)] + \overrightarrow{X}^*(t) & \text{при } p_i(t) > 0,5, \end{cases} \quad (1)$$

где i – номер данной особи в рое; t – номер текущей итерации; $\overline{X^*}(t)$ – вектор позиции на итерации t ; соответствующий лучшему решению, найденному на данный момент времени; $A_i(t)$ – случайное число из интервала $[-a(t); a(t)]$; $a(t)$ – число, уменьшающееся с 2 до 0 на протяжении всего времени работы алгоритма; $\overline{D_i}(t) = 2r_i(t) \cdot \overline{X^*}(t) - \overline{X_i}(t)$ – вектор, характеризующий приближение к лучшему решению $\overline{X^*}(t)$; $\overline{D_i}(t) = \overline{X^*}(t) - \overline{X_i}(t)$ – вектор, определяющий разницу между элементами лучшего и i -го решения; b – константа для определения формы логарифмической спирали, принимаемая в данной работе равной 1; $l_i(t)$ – случайное число из интервала $[-1; 1]$, $p_i(t)$ и $r_i(t)$ – случайные числа из интервала $[0; 1]$.

Последовательность выполнения алгоритма проста. После генерации популяции на каждой итерации определяются значения всех стохастических параметров для каждой частицы, затем производится расчёт их векторов позиции, после чего вычисляются значения целевой функции.

Постановка задачи. В данной работе процедура оптимизации применяется к нечёткому классификатору. Построение этой нечёткой системы осуществляется на основе таблицы наблюдений, где входному вектору признаков $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ на выходе соответствует некоторая метка класса c_j , $j = 1 \dots m$, где m – число правил.

В соответствии с таблицей наблюдений область определения каждой входной переменной разбивается на нечёткие термы. На их основе формируется база правил нечёткой системы. Правило для нечёткого классификатора имеет вид

ЕСЛИ $x_1 = A_{1j}$ И $x_2 = A_{2j}$ И ... И $x_n = A_{nj}$, ТО $class = c_j$, $j \in [1; m]$,

где A_{ij} – терм j -го правила i -й переменной; c_j – идентификатор j -го уровня; $j = 1 \dots m$. Таким образом, нечёткий классификатор может быть представлен функцией вида

$$C = f(X, \theta),$$

где θ – вектор антецедентов [1].

Степень принадлежности объекта к каждому классу вычисляется следующим образом:

$$\beta_j(x) = \sum_{R_{ij}} \prod_{k=1}^n A_{ki}(x_k), j = \overline{1 \dots m}.$$

Целью оптимизации параметров классификатора является достижение максимальной точности (или минимизации ошибок) классификации.

Эксперимент и полученные результаты. Для проведения тестирования работы алгоритма WOA были выбраны 10 наборов данных из репозитория KEEL. Эксперименты были проведены по схеме 10-кратной кроссвалидации. Размер популяции был равен 30, количество итераций – 500. После тестирования было проведено сравнение полученных результатов с результатами работы простого случайного поиска (RS) и эволюционного алгоритма D-MOFARC [3], а также проверена значимость теста знаковых рангов Уилкоксона (уровень значимости – 0,05). Результаты работы алгоритмов приведены в табл. 1, значимость статистического критерия – в табл. 2.

Таблица 1

Сравнение усреднённых результатов работы алгоритмов

Набор данных	WOA		D-MOFARC		RS	
	Обуч.	Тест.	Обуч.	Тест.	Обуч.	Тест.
iris	96,42	92,889	98,1	96	94,222	92
hepatitis	90,799	78,487	100	90	90,566	78,487
balance	84,125	82,551	89,4	85,6	45,92	45,914
banana	75,907	75,063	90,3	89	46,94	47
wine	95,606	71,274	100	95,8	95,506	71,274
glass	63,607	51,094	95,2	70,6	62,254	49,159
bupa	69,683	63,214	82,8	70,1	50,884	48,97
titanic	78,175	77,27	78,9	78,7	32,803	32,803
cleveland	57,974	51,684	90,9	52,9	56,228	51,425
pima	76,51	72,963	82,3	75,5	70,163	70,197

Таблица 2

Значимость теста Уилкоксона для разностей точностей

	D-MOFARC (обуч.)	D-MOFARC (тест.)	RS (обуч.)	RS (тест.)
WOA (обуч.)	0,005	0,575	0,005	0,005
WOA (тест.)	0,005	0,005	0,445	0,012

Заключение. По результатам теста Уилкоксона WOA в целом превосходит RS и D-MOFARC. Усреднённые результаты свидетельствуют о превосходстве алгоритма WOA над случайным поиском, но WOA не превосходит D-MOFARC. Однако показательным отличием WOA является простота реализации и интеграции в нечёткие системы, поэтому исследование данной метаэвристики следует продолжать.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ходашинский И.А., Дудин П.А. Идентификация нечетких систем на основе непрерывного алгоритма муравьиной колонии // Автометрия. – 2012. – Т. 48, № 1. – С. 45–71.
2. Mirjalili S., Lewis A.. The Whale Optimization Algorithm // Advances in Engineering Software. – 2016. – No. 95. – P. 51–67.
3. Fazzolari M., Alcalá R., Herrera F. D-MOFARC Classification Algorithm // Applied Soft Computing. – 2014. – No. 24. – P. 470–481.

СЕГМЕНТАЦИЯ ВНУТРЕННИХ СТРУКТУР ЛЁГКИХ НА ДАННЫХ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДОВ ГЛУБИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПАЦИЕНТОВ С ДИССЕМИНИРОВАННЫМ ТУБЕРКУЛЁЗОМ

К.А. Костин, аспирант ОИТ НИ ТПУ

Научный руководитель С.В. Аксёнов, доцент ОИТ НИ ТПУ, к.т.н.

г. Томск, НИ ТПУ, kak@tpu.ru

В исследовании предлагается подход глубинного машинного обучения для сегментации структур лёгких на снимках компьютерной томографии в рамках задачи диагностики областей патологий, присущих диссеминированной форме туберкулёза легких. Подход предполагает использование модифицированной нейронной сети *U-net* для задачи сегментации и аугментацию обучающих данных для повышения итогового качества. Результаты экспериментов показывают качество 0,68 по мере *F1*.

Ключевые слова: диссеминированный туберкулёз лёгких, сегментация, компьютерная томография, глубинное обучение.

На сегодняшний день туберкулёз, рак и хроническая обструктивная болезнь лёгких, по данными Всемирной организации здравоохранения, входят в рейтинг десяти ведущих причин смерти людей по всему миру [1]. Это является одной из причин актуальности создания систем медицинской диагностики для детектирования патологий упомянутых заболеваний лёгких.

Большинство имеющихся систем основываются на подходе сегментации отдельных внутренних структур лёгких на снимках компьютерной томографии (КТ), например таких, как патологии рака [2], сосуды [3], трахея и бронхи [4], патологии туберкулёза [5]. Интерес научного сообщества и отсутствие эффективного решения объясняют актуальность задачи сегментации структур лёгких в рамках диагностики патологий различных заболеваний.

Глобальной целью исследования является детектирование патологий диссеминированного туберкулёза лёгких по данным КТ. В более ранней работе [6] описывался метод классификации пикселей патологии на снимках с помощью текстурных характеристик. Основной проблемой было наличие большого количества ложных срабатываний. Поэтому в данном исследовании решается промежуточная задача сегментации внутренних структур лёгких на снимке, включающая следующие подзадачи:

1. Разметка областей структур лёгких на снимках КТ для пациентов с подтвержденной диссеминированной формой туберкулёза легких.

2. Реализация системы глубинного обучения для задачи сегментации областей на снимках КТ.

3. Обучение системы сегментации на размеченных примерах снимков.

4. Оценка качества сегментации в серии экспериментов.

Исходными данными для исследования являлись снимки КТ пациентов с диссеминированным туберкулёзом лёгких, на которых присутствовали только области самих лёгких, полученные с помощью алгоритма сегментации, описанного в [6].

Для проведения исследования на КТ-снимках одного пациента были выделены области, соответствующие сосудам, бронхам и патологиям диссеминированного туберкулёза. Данные оставшихся десяти пациентов выступали в качестве тестового набора.

Система сегментации была реализована как свёрточная нейронная сеть типа автоэнкодер для биомедицинских задач – U-net [7]. Для применения этого алгоритма к текущей задаче было произведено две модификации. Первая модификация – это формирование функции ошибки сети, учитывающей несбалансированность пикселей, относящихся к целевым сегментам. Вторая модификация – применение слоёв нормализации батчей [8] для более аккуратного градиентного спуска и снижения вероятности переобучения.

Для исследования было проведено два эксперимента. В эксперименте 1 сеть была обучена только на размеченных данных одного пациента. В эксперименте 2 объём обучающих данных был расширен в пять раз с помощью аугментации данных (пример на рис. 1): смещение и поворот, отражение по горизонтали и вертикали, размытие.



Рис. 1. Пример вариантов аугментации обучающих данных

Обучение системы осуществлялось в течение 500 эпох с размером батча 4. Результаты экспериментов приведены в таблице и на рис. 2.

Метрики качества системы сегментации

Название метрики	Эксперимент 1	Эксперимент 2
Точность (Precision)	0,61	0,61
Полнота (Recall)	0,50	0,78
F-мера (F1)	0,55	0,68

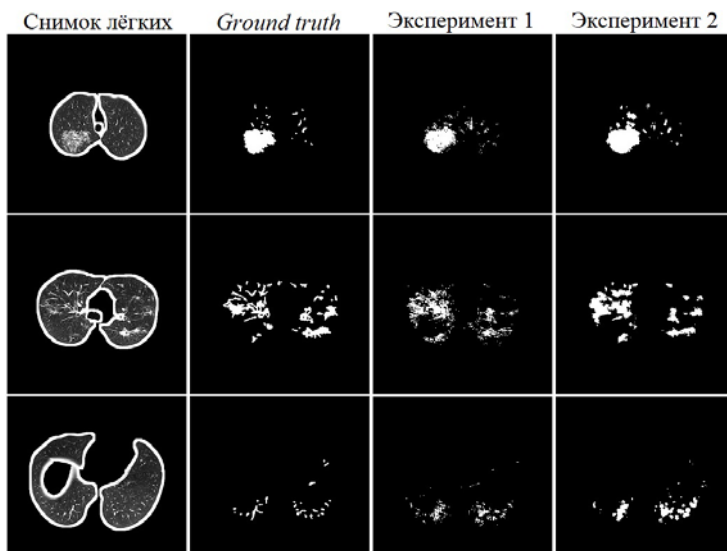


Рис. 2. Результаты сегментации на примерах тестовых данных; в столбцах слева направо: исходный снимок лёгких; сегменты структур лёгких согласно разметке (ground truth); сегменты, полученные для эксперимента 1; сегменты, полученные для эксперимента 2

По результатам экспериментов видно, что алгоритм сегментации, обученный на данных аугментации, показывает более высокое качество, а сегменты структур лёгких для эксперимента 2 лучше описывают целый регион, который может быть использован для дальнейшего анализа. Результаты показывают, что алгоритмы глубинного обучения позволяют достаточно эффективно решить задачу сегментации на снимках КТ, при этом аугментация исходных данных помогает улучшить итоговое качество.

В дальнейшем планируется увеличить выборку размеченных пациентов для улучшения показателей качества, а также применить методы текстурного анализа для детектирования патологий диссеминированного туберкулёза.

Данные для исследования предоставлены Национальной академией наук Белоруссии. Исследование поддержано грантом Российского фонда фундаментальных исследований № 16-47-700289 p_a.

ЛИТЕРАТУРА

1. The top 10 causes of death / World Health Organization. – 2018 [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death> (дата обращения: 09.03.2019).

2. Alilou M. A comprehensive framework for automatic detection of pulmonary nodules in lung ct images / M. Alilou, V. Kovalev, E. Snezhko, V. Taimouri // Image Analysis and Stereology. – 2014. – Vol. 33, No. 1. – P. 13–27.

3. Zhou S. Automated lung segmentation and smoothing techniques for inclusion of juxtapleural nodules and pulmonary vessels on chest CT images / S. Zhou, Y. Cheng, S. Tamura // Biomedical Signal Processing and Control. – 2014. – Vol. 13. – P. 62–70.

4. Lo P.S.P. Segmentation of Lung Structures in CT: PhD thesis: 25.03.2010 / Pechin Chien Pau Lo; University of Copenhagen. – Copenhagen. – 2010. – P. 104.

5. Ramya R. Automatic tuberculosis screening using canny Edge detection method / R. Ramya, P.S. Babu // ICECS. – 2015. – P. 282–285.

6. Костин К.А., Ламонова Т.С., Аксёнов С.В. Классификация патологий диссеминированного туберкулёза лёгких с помощью методов машинного обучения // Научная сессия ТУСУР–2018: матер. междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых учёных: избран. статьи: в 3 ч., Томск, 16–18 мая, 2018 г. – Томск: ТУСУР, 2018. – Ч. 3. – С. 129–132.

7. Olaf Ronneberger, Philipp Fischer, Thomas Brox. U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation. [Electronic resource]. – Access: <https://arxiv.org/pdf/1505.04597.pdf> (дата обращения: 09.03.2019).

8. Ioffe S., Szegedy Ch. Batch Normalization: Accelerating Deep Network Training by Reducing Internal Covariate Shift. [Electronic resource]. – Access: <https://arxiv.org/pdf/1502.03167.pdf> (дата обращения: 09.03.2019).

УДК 004.934.8

ВЕРИФИКАЦИЯ ДИКТОРА ПО ПРОИЗВОЛЬНОЙ ФРАЗЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ РЕЧЕВЫХ ПРИЗНАКОВ ВЫСОКОГО УРОВНЯ

А.А. Крупина, студентка каф. КИБЭВС

Научный руководитель И.А. Рахманенко, доцент каф. БИС, к.т.н.

г. Томск, ТУСУР, Krupina.AA@mail.ru

Был предложен способ верификации диктора с применением различных классификаторов и признаков высокого уровня, а также ансамблевый способ верификации, использующий метод бэггинга. Были проведены вычислительные эксперименты на одних и тех же высокоуровневых признаках с вариацией классификаторов: SVM, GMM, LDA, treeBagger, AdaBoostM1.

Ключевые слова: верификация, высокоуровневые признаки, диктор, классификация, речь.

В современном мире все больше ситуаций требуют подтверждения своего права на доступ. Пароли могут потеряться, скомпрометироваться, к тому же возникает проблема передачи и хранения паролей. Поэтому целесообразно использовать биометрические параметры человека, которые всегда при себе, их нельзя забыть, потерять, передать

другому человеку, украсть и сложно воспроизвести. Благодаря изменению длины кодовой фразы и изменчивости параметров речевого сигнала со временем, можно регулировать сложность ключа, что дает большую вариативность для пространства паролей. Задача распознавания диктора подразделяется на направления: идентификацию (определение системой диктора из базы) и верификацию (подтверждение личности). Верификация (как средство аутентификации) используется в дистанционном банковском обслуживании, криминалистической экспертизе. Ее также используют совместно с другими алгоритмами аутентификации, например распознаванием по лицу. В отличие от низкоуровневых признаков, которые рассчитываются для каждого фрейма длиной 25 мс, в данной работе используются высокоуровневые признаки, рассчитывающиеся по всей фразе.

Области применения: криминалистика, разведка, обеспечение безопасности доступа к различным ресурсам [1].

Целью работы является повышение точности алгоритма верификации за счет применения речевых признаков высокого уровня.

Процесс оценки точности верификации диктора можно разделить на следующие этапы: извлечение признаков и формирование меток, обучение модели, тестирование модели, расчет ошибки предсказания.

Описание речевого корпуса: 20 дикторов (10 мужчин, 10 женщин), 50 записей у каждого диктора (4/5 для обучения, 1/5 для тестирования), аудиозаписи формата wav (в среднем на 1 диктора 5 мин аудиоматериалов). Каждая аудиозапись от 3 до 10 с длиной. Всего используется 4000 тестов, из которых 200 положительных (голос диктора присутствует на аудиозаписи). В качестве признаков используются высокоуровневые признаки из библиотеки OpenSmile 2.3.0 (конфигурационный файл IS13_ComParE) [2], которые были извлечены в количестве 6373 для каждой аудиозаписи. Для обучения моделей используется линейный бинарный SVM классификатор [3], который позволяет построить гиперплоскость в многомерном пространстве, разделяющую два класса, и хорошо подходит для задач верификации с большим объемом векторов признаков. В качестве базовых элементов бэггинга входят следующие классификаторы: polynomial SVM и GMM [3], так как GMM является наиболее распространённым для решения задач текстонезависимой идентификации и верификации. Также использовались следующие алгоритмы построения классификаторов: LDA, treeBagger, AdaBoost M1 [4].

Алгоритм. В ансамбль входят 2 базовых классификатора (SVM-linear и GMM), а также результирующий (выбранный из следующих: SVM, LDA, treeBagger, AdaBoost M1). Базовые классификаторы обу-

чаются обособленно и рассчитывают оценку вероятности наличия дикторов. После чего на основе выходов базовых классификаторов обучается результирующий классификатор, который используется для итогового принятия решения наличия диктора на аудиозаписи (рис. 1).

Состоит из следующих этапов:

- 1) извлечение высокоуровневых и низкоуровневых признаков;
- 2) обучение базовых и результирующего классификаторов;
- 3) получение вероятностных характеристик присутствия диктора на аудиозаписи.

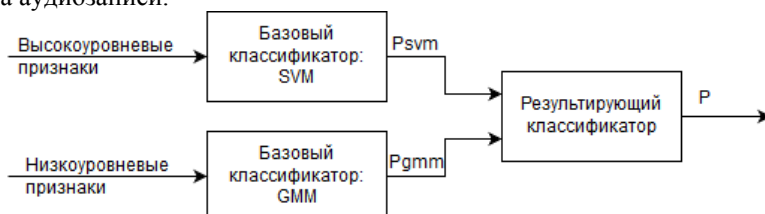


Рис. 1. Общий алгоритм верификации диктора,
 P_{svm} , P_{gmm} , P – вероятность наличия диктора

Были разработаны на языке программирования matlab: алгоритм верификации диктора по произвольной фразе с применением признаков высокого уровня, модификация алгоритма, где использовались для обучения и тестирования оценки вероятностей принадлежности к классу для 2 базовых классификаторов (SVM polynomial и GMM), полученные из параллельного тестирования моделей. В качестве результирующего были использованы следующие классификаторы: SVM, LDA, treeBagger, AdaBoost M1.

Результаты работы. Результаты работы разработанных алгоритмов отображены в табл. 1 и 2. В табл. 1 представлены результаты базовых классификаторов, обученных на высокоуровневых признаках. В табл. 2 показаны результаты оценки точности результирующего классификатора (равная ошибка 1-го и 2-го рода, EER), использующего базовые классификаторы, элементами которого являются: GMM и SVM-linear. Равная ошибка 1-го и 2-го рода формируется на основе определения порога принятия решения на полученных вероятностных оценках.

Таблица 1

Величина ошибки в алгоритме верификации диктора у разных базовых классификаторов

Classi- fication	SVM, %				LDA, %	TreeBag- ger, %	AdaBoost M1, %	GMM, %
	linear	gaussian	rbf	polynomial				
EER	1,50	50	50	8,50	1,68	3,50	5,50	0,58

Таблица 2

Величина ошибки с использованием результирующих классификаторов, определяющих итоговую оценку наличия диктора на аудиозаписи (OpenSmile+polynomial SVM+GMM)

Bagging classifier	SVM, %				LDA, %	TreeBagger, %	AdaBoost M1, %
	linear	gaussian	rbf	polynomial	%	%	
EER	1	1,50	1,50	1,05	0,58	6	1

Анализ полученных результатов. Лучший результат без бэггинга на высокоуровневых признаках показал SVM leaner. Лучший результат с бэггингом SVM polynomial+GMM показал LDA. Алгоритм GMM с использованием низкоуровневых признаков показал аналогичный результат (EER = 0,58).

Заключение. Благодаря бэггингу удалось уменьшить ошибку EER на 0,92%. За счет повышения сложности было достигнуто повышение точности, но это повлияло на время обработки. Полученный результат сравним с GMM на низкоуровневых признаках.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сорокин В.Н., Вьюгин В.В., Тананыкин А.А. Аналитический обзор // Информационные процессы. – 2012. – Т. 12, № 1. – С. 1–30.
2. OpenSMILE: open-Source Media Interpretation by Large feature-space Extraction [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.audeering.com/what-we-do/opensmile/>, свободный (дата обращения: 30.09.2018).
3. Гришунов С.С., Бурмистров А.В. // Математические модели, используемые в системах распознавания диктора. – 2015. – Т. 3. – С. 44–48.
4. Воронцов К.В. Машинное обучение: курс лекций [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://bit.ly/1bCmE3Z> (дата обращения: 30.09.2018).

УДК 519.25: 004.8

**РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОЙ СИСТЕМЫ
ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ АВТОРА ИСХОДНОГО КОДА**
*А.В. Куртукова, студентка; А.С. Романов, доцент каф. БИС, к.т.н.
г. Томск, ТУСУР, каф. БИС, av.kurtukova@gmail.com*
Проект ГПО БИС-1702 «Интеллектуальный анализ текста»

Предложена методика идентификации автора исходного кода на основе глубоких нейронных сетей. Приведены детали реализации и результаты экспериментов, полученные на наборах исходных кодов с ресурса github.com. Точность идентификации программной системой, использующей предложенную методику, достигает 97%.

Ключевые слова: авторство, глубокое обучение, исходный код.

Актуальность решения задачи идентификации автора исходного кода обусловлена необходимостью деанонимизации вирусописателей, выявления плагиата кода в коммерческой и образовательной сферах.

Наиболее популярными методами определения авторства являются нейронные сети (НС), в частности, современные глубокие архитектуры – рекуррентные НС (RNN) и сверточные НС (CNN).

Цель работы – разработка методики идентификации автора исходного кода, алгоритмического обеспечения и программной системы на их основе.

Описание методики. Исходный код как искусственно-языковой текст, имеет особенности, которые следует учитывать при выборе архитектуры НС: лексические, синтаксические и семантические правила, а также парадигмы языков программирования. Для распознавания этих особенностей было решено использовать сверточно-рекуррентную архитектуру (CRNN).

При программной реализации системы для CRNN была выбрана библиотека глубокого анализа данных Keras с бэкэндом TensorFlow для низкоуровневых операций. Сверточная часть CRNN применялась для выявления информативных признаков различных размерностей. Для ее реализации применялась популярная архитектура GoogleNet (Inception-v1) [1], представленная на рис. 1. Фильтр свертки размерности 1×1 предотвращает рост числа параметров, остальные фильтры реагируют на локальные и глобальные признаки исходного кода. Затем выходы всех фильтров подаются на слой конкатенации и объединяются в один результат.



Рис. 1. Архитектура GoogleNet (Inception-v1)

В качестве рекуррентной части CRNN был выбран двунаправленный управляемый рекуррентный блок (BiGRU) [2], способный хранить состояния, получаемые от обработки предыдущих и последующих элементов. Выходной вектор BiGRU слоя y определяется как

$$y^t = \sigma(Wh^t + b), \quad (1)$$

где σ – сигмоидальная функция; h' – скрытый слой; W, b – обучаемые параметры; $h' = \in [0, 1]^N$, где N – количество авторов, участвующих в эксперименте.

Минимизация функции потерь при обучении CRNN осуществлялась при помощи адаптивного алгоритма Adadelta [3], учитывающего историю значений градиента и смещений синаптических весов.

Вероятностное распределение на выходе последнего слоя CRNN было определено функцией активации Softmax. Она представляет собой логистическую функцию для многоклассовой классификации и определяет выходные значения нейронов как вероятность принадлежности целевому классу. Функция categorical crossentropy, вычисляющая потери при неверном принятии решений, была подобрана согласно активатору Softmax.

Противодействие переобучению осуществлялось с помощью процедуры прореживания (dropout), выключающей часть элементов вектора на время обучения модели НС.

Эксперимент и полученные результаты. Параметры функций оптимизации, потерь, активации и регуляризации были подобраны экспериментально и позволили добиться результатов, представленных на рис. 2. Данный график демонстрирует зависимость точности от количества авторов. Информация о корпусе исходных кодов, полученных с ресурса github.com [4], представлена в таблице. Оценка точности проводилась с помощью перекрестной проверки по 10 блокам.

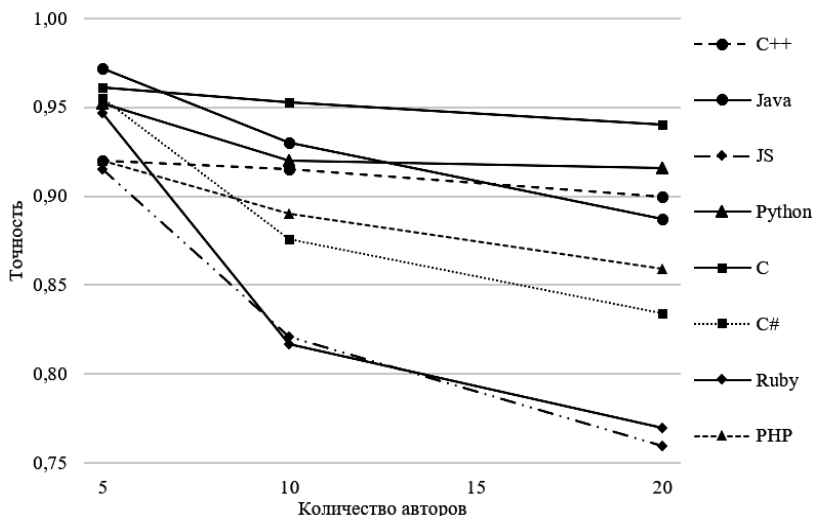


Рис. 2. График зависимости точности кросс-валидации от количества авторов

Наборы исходных данных

Язык	Количество кодов	Количество авторов	Язык	Количество кодов	Количество авторов
C++	12366	72	C	17274	62
Java	39708	73	C#	19378	71
JS	18735	69	Ruby	19150	58
Python	16783	57	PHP	17158	80

Закключение. Архитектура CRNN позволила добиться точности более 90% для всех языков программирования. Наибольшая точность 97% достигнута на корпусе авторов, программирующих на Java. Предложенная методика и разработанная на её основе программная система демонстрируют высокую точность классификации независимо от языка программирования и квалификации программиста.

ЛИТЕРАТУРА

1. Szegedy C., Liu W., Jia Y. Going Deeper with Convolutions // arXiv preprint. – 2014. – arXiv:1409.4842.
2. Fei H., Tan F. Bidirectional Grid Long Short-Term Memory (Bi-GridLSTM): A Method to Address Context-Sensitivity and Vanishing Gradient // Algorithms. – 2018. – Vol. 11, No. 172.
3. Zeiler M.D. Adadelta: an adaptive learning rate // arXiv preprint. – 2012. – arXiv:1212.5701.
4. Github [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://github.com/> (дата обращения: 26.02.2019).

УДК 004.8

ОТБОР ПРИЗНАКОВ ДЛЯ НЕЧЕТКОГО КЛАССИФИКАТОРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИНАРНОГО АЛГОРИТМА ОБЕЗЬЯН

С.С. Самсонов, аспирант каф. КИБЭВС

*Научный руководитель И.А. Ходашинский, проф. каф. КИБЭВС, д.т.н.
г. Томск, ТУСУР, sss@fb.tusur.ru*

Отбор признаков как метод предварительной обработки данных может способствовать не только повышению точности алгоритмов обучения, но и повышению способности обобщения. В работе проводится исследование бинарного алгоритма обезьян в задаче отбора информативных признаков нечеткого классификатора и сравнение результатов классификации с использованием данного алгоритма и алгоритмами-аналогами. Эффективность нечетких классификаторов проверена на реальных данных из хранилища KEEL.

Ключевые слова: отбор признаков; бинарный алгоритм обезьян; нечеткий классификатор; бинарные метаэвристики.

Нечеткий классификатор является одним из инструментов моделирования на основе анализа данных. Достоинством нечеткого классификатора являются высокая интерпретируемость и точность. Построение нечеткого классификатора состоит из следующих этапов: формирование структуры базы правил, отбор признаков, оптимизация параметров нечеткого классификатора.

Цель данной работы – исследование бинарного алгоритма обезьян при построении нечетких классификаторов на возможность значимого уменьшения признаков без потери точности классификации.

Нечеткий классификатор. Как описывается в работе [1], нечеткий классификатор может быть представлен в виде функции, которая присваивает точке в пространстве входных признаков метку класса с вычисляемой степенью уверенности:

$$f: \mathfrak{R}^n \rightarrow [0, g]^m.$$

Основой нечеткого классификатора является продукционное правило следующего вида:

$$R_j: \text{IF } s_1 \wedge x_1 = A_{1j} \text{ AND } s_2 \wedge x_2 = A_{2j} \text{ AND } \dots \text{ AND } s_D \wedge x_D = A_{Dj} \text{ THEN} \\ \text{class} = c_j, j=1, \dots, R,$$

где A_{kj} – нечеткий терм, характеризующий k -й признак в j -ом правиле ($k = 1, \dots, D$); запись $s_i \wedge x_i$ указывает на наличие ($s_i = 1$) или отсутствие ($s_i = 0$) признака в классификаторе; R – число правил.

Отбор признаков по методу обертки относится к классу NP-сложных проблем, для ее решения предлагается метаэвристика под названием «бинарный алгоритм паукообразных обезьян» (Binary Spider Monkey Optimization Algorithm) [2].

Проведение экспериментов. Для подтверждения работоспособности алгоритма и оценки его эффективности были проведены тесты на наборах данных KEEL, используя схему десятикратной валидации.

В таблице приведено сравнение результатов отбора признаков алгоритмом БАПО с последующей оптимизацией параметров нечеткого классификатора алгоритмом обезьян (АО) [3], и результатов работы классификаторов-аналогов D-MOFARC и FARC-HD [4]. В данной таблице указано среднее количество правил ($\#R$), количество признаков ($\#F$), средняя точность на тестовых выборках ($\#T$).

Анализ полученных результатов. На основе данной таблицы было проведено сравнение в точности и количестве признаков статистическим критерием Манна–Уитни–Уилкоксона. Значения вероятности по критерию Манна–Уитни–Уилкоксона при сравнении точности между алгоритмами БАПО+АО и D-MOFARC, а также между БАПО+АО и FARC-HD равны 0,173 и 0,324 соответственно, что позволяет сделать вывод об отсутствии статистической разницы между

результатами точности этих алгоритмов (при уровне значимости 0,05). Значения вероятности по критерию Манна–Уитни–Уилкоксона при сравнении количества признаков равны 0,012, что говорит о наличии статистической разницы между количеством признаков, используемых в классификаторах, построенном алгоритмами БАПО+АО и полным количестве признаков наборов данных.

Результаты сравнения работы

№	Набор данных	Алгоритмы								
		БАПО+АО			D-MOFARC			FARC-HD		
		#R	#F	#T	#R	#F	#T	#R	#F	#T
1	balance	3	4	86,7	20,1	4	85,6	18,8	4	91,2
2	banana	2	2	78,4	8,7	2	89	12,9	2	85,5
3	bupa	2	3	68,4	7,7	6	70,1	10,6	6	66,4
4	cleveland	5	8	57,1	45,6	13	52,9	42,1	13	58,3
5	ecoli	7	4	64	26,2	7	82,7	32,2	7	81,2
6	glass	7	7	61,3	27,4	9	70,6	18,2	9	69
7	haberman	2	1	73,8	9,2	3	69,4	5,7	3	73,5
8	heart	2	6	75,2	18,7	13	84,4	27,8	13	83,7
9	hepatitis	2	10	91,1	11,4	19	90	10,4	19	88,7
10	iris	3	2	95,3	5,6	4	96	4,4	4	95,3
12	newthyroid	3	4	96,8	9,5	5	95,5	9,6	5	94,4
13	page-blocks	5	2	95,3	21,5	10	97	18,4	10	95
14	penbased	10	6	72,6	119,2	16	96,2	152,7	16	96
15	phoneme	2	4	79,2	9,3	5	83,5	17,2	5	82,4
16	pima	2	4	71,3	10,4	8	75,5	20,2	8	76,2
17	segment	7	8	82,3	26,2	19	96,6	41,1	19	93,3
23	spambase	2	25	76,3	24,3	57	90,5	30,5	57	91,6
18	thyroid	3	1	99,3	5,9	21	99,1	4,9	21	94,1
19	titanic	2	2	78	10,4	3	78,7	4,1	3	78,8
20	twonorm	2	20	97,1	10,2	20	93,1	60,4	20	95,1
21	wine	3	8	95,6	8,6	13	95,8	8,3	13	95,5
22	wisconsin	2	5	96,4	9	9	96,8	13,6	9	96,2

Заключение. Результаты эксперимента позволяют сделать вывод о том, что бинарный алгоритм паукообразных обезьян может быть применен для отбора признаков, а статистическое сравнение результатов с опубликованными ранее результатами позволяет сделать вывод о сопоставимости результатов в задачах классификации по сравнению с алгоритмами-аналогами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ходашинский И.А., Горбунов И.В. Построение нечетких классификаторов на основе алгоритма пчелиной колонии // Автометрия. – 2012. – Т. 48, № 1. – С. 45–71.

2. Singh U., Salgotra R., Rattan M. A Novel Binary Spider Monkey Optimization Algorithm for Thinning of Concentric Circular Antenna Arrays // IETE Journal of Research. – 2016. – Vol. 62. – P. 736–744.

3. Hodashinsky I.A., Samsonov S.S. Design of fuzzy rule based classifier using the monkey algorithm // Business Informatics. – 2017. – Vol. 1(39). – P. 61–67.

4. Fazzolari F., Alcalá R., Herrera F. A multi-objective evolutionary method for learning granularities based on fuzzy discretization to improve the accuracy-complexity trade-off of fuzzy rule-based classification systems: D-MOFARC algorithm // Applied Soft Computing. – 2014. – Vol. 24. – P. 470–481.

УДК 004.896

АЛГОРИТМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГОДНОСТИ СВЧ МИС С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КЛАССИФИКАТОРА НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Б.В. Ширяев, аспирант каф. КСУП

г. Томск, ТУСУР, harger.net@mail.ru

*Научный руководитель А.В. Безрук, нач. измерительного участка
4-го отд. АО «НИИПП»*

Работа посвящена автоматическому визуальному контролю при производстве СВЧ МИС с использованием компьютерного зрения и искусственных нейронных сетей. Нейронная сеть классифицирует каждый пиксель микрофотографии. Результат расчёта сравнивается с фотошаблоном и делается вывод о дефектности СВЧ МИС.

Ключевые слова: СВЧ МИС, визуальный контроль, искусственная нейронная сеть.

Визуальный контроль при производстве СВЧ МИС заключается в контроле качества изготавливаемых устройств по их внешнему виду с использованием специальных оптических приборов [1]. Оцениваются параметры: точность повторения фотошаблона устройства, анализ поверхностей элементов СВЧ МИС и отсутствие повреждений и загрязнений. Данный технологический процесс часто выполняется вручную, поэтому визуальный контроль отнимает много времени и требует значительных усилий со стороны контролирующего оператора. Автоматизация визуального контроля заключается в создании программного продукта, который ускоряет этот процесс и исключает из него человеческий фактор.

Целью данной работы является разработка алгоритма автоматизированного визуального контроля СВЧ МИС по их микрофотографиям.

В качестве основы алгоритма автоматизированного визуального контроля в данной статье предложена многослойная искусственная нейронная сеть. Нейронной сети как упрощённой математической

модели нервной системы присущи преимущества интеллектуальных систем – решение сложных вычислительных задач в результате обучения. На каждом этапе своего обучения нейронная сеть стремится снизить ошибку своих расчётов, опираясь на примеры. Таким образом, нейронные сети способны проводить визуальный контроль, при этом ускоряя и облегчая работу оператора без потери качества распознавания дефектов [2].

Основные результаты и их обсуждение. Процесс автоматизированного визуального контроля СВЧ МИС осуществляется на основе микрофотографий СВЧ МИС, полученных в автоматическом режиме на полуавтоматической зондовой станции и файла векторного чертежа фотошаблона данной СВЧ МИС, и заключается в последовательном выполнении следующих этапов:

- 1) поиск 2 точек совмещения на микрофотографии СВЧ МИС;
- 2) расчёт масштаба, положения и состояния векторного чертежа фотошаблона, используя найденные точки совмещения;
- 3) растеризация векторного чертежа фотошаблона с заливкой областей для определения функциональной принадлежности каждого участка чертежа фотошаблона;
- 4) расчёт микрофотографии классификатором на основе обученной нейронной сети. Каждый пиксель микрофотографии подаётся на вход нейронной сети с предварительной нормализации значения каждой компоненты RGB пространства в диапазон 0–1. Таким образом, отсутствуют потери цветовой информации микрофотографии. В результате расчёта получается карта принадлежности участков микрофотографии той или иной функциональной области СВЧ МИС (рис. 1);
- 5) вычисление минимального пиксельного расстояния каждого участка карты принадлежности до участка той же принадлежности растрированного чертежа фотошаблона с учётом заменимости областей (некоторые области микрофотографии могут иметь цветовое сходство с другими областями, не являясь в свою очередь дефектом). Вычисление производится методом поиска ближайшего пикселя той же принадлежности на растрированном чертеже фотошаблона;
- 6) определение степени дефектности каждого участка микрофотографии, применяя пороговое преобразование. Полученные значения представляют собой маску дефектов;

- 7) анализ маски дефектов, вынесение вердикта о годности МИС.

Для проверки описанного выше алгоритма разработан тестовый программный продукт. Архитектура нейронной сети состоит из 4 слоёв (рис. 2): входной слой с 3 нейронами (количество компонентов RGB), 2 скрытых слоя по 7 нейронов и выходной слой с 6 нейронами

(количество идентифицируемых областей микрофотографии: область подложки, область SiO_2 , область диэлектрика конденсатора, область 1-го уровня металлизации, область 2-го уровня металлизации, область электролитически осаждённой металлизации в местах сквозного травления для заземления).

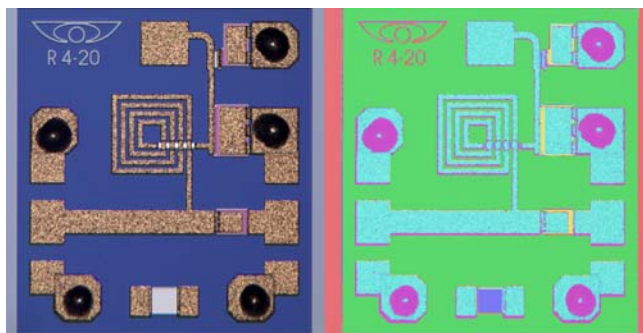


Рис. 1. Микрофотография СВЧ МИС и карта классифицированных пикселей

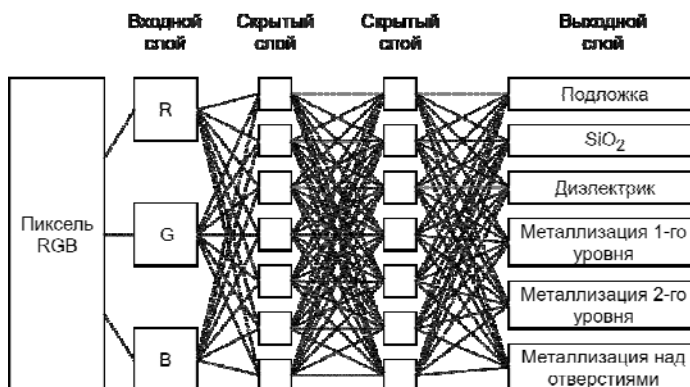


Рис. 2. Архитектура нейронной сети классификатора областей микрофотографии

Заключение. В результате тестирования программного продукта алгоритм показал свою эффективность: скорость визуального контроля увеличилась в 5 раз по сравнению с ручным визуальным контролем, а точность составила 93%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Груздов В.В., Колковский Ю.В., Концевой Ю.А. Контроль новых технологий в твердотельной СВЧ-электронике. – М.: ТЕХНОСФЕРА, 2016. – 328 с.
2. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс: пер. с англ. Н.Н. Кусеуль, А.Ю. Шелестова. – 2-е изд., испр. – М.: Изд. дом «Вильямс», 2006. – 1104 с.

АЛГОРИТМ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ МЕТОДА «МОЗГОВОЙ ШТУРМ» ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ НЕЧЕТКОГО КЛАССИФИКАТОРА

Ю.А. Сорокина, студентка каф. КИБЭВС

*Научный руководитель И.А. Ходашинский, проф. каф. КИБЭВС
г. Томск, ТУСУР, 724_sya@mail.ru*

Исследуется эффективность применения алгоритма кластеризации данных на основе метода «Мозговой штурм» для построения нечеткого классификатора. Приводится описание алгоритма и функции преобразования центров кластеров. Анализ эффективности работы алгоритма выполнен на 7 наборах данных из репозитория KEEL.

Ключевые слова: алгоритм мозгового штурма, нечеткие системы, кластеризация данных.

Кластеризация данных является одной из самых важных ветвей машинного обучения и анализа данных. Кластеризация широко применяется во многих областях исследований, включая распознавание образов, сегментацию изображений и др. Целью кластеризации данных является поиск структуры имеющегося набора данных, сгруппировав векторы данных в несколько кластеров в соответствии с их сходством.

Целью данной работы является усовершенствование работы алгоритма кластеризации методом «Мозговой штурм» для построения нечеткого классификатора.

Для формирования структуры нечеткого классификатора необходимо реализовать алгоритм «Мозговой штурм» для задачи кластеризации, подбирающий оптимальное число кластеров по точности кластеризации, а также оценивающий точность кластеризации методом, подходящим для дальнейшего построения нечеткого классификатора. Для этого необходимо модернизировать алгоритм «Мозговой штурм», имитирующий поиск лучшего решения [1], для задачи кластеризации.

Описание алгоритма. Рассмотрим модернизированный алгоритм «Мозговой штурм» для задачи кластеризации данных.

Шаг 1. Генерация центров кластеров $C = \{C_1..C_n\}, (n=2)$.

Шаг 2. Пока текущая итерация меньше максимальной:

- подсчет расстояния между центрами кластеров и экспериментальными данными;
- кластеризация данных по принципу: в кластер попадают данные, у которых расстояние до центра данного кластера минимально;

– изменение центров по алгоритму (1) или (2):
если $\text{rand } p_{\text{one}}$:

$$C_i = X_i + \xi * \text{norm rnd}(0,1), \quad (1)$$

иначе:

$$C_i = \text{rand} * X_{i1} + (1 - \text{rand}) X_{i2} + \xi * \text{norm rnd}(0,1); \quad (2)$$

– расчет индекса Дэвиса–Болдуина (3):

$$DB = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \max_{j \neq i} \left(\frac{\delta_i + \delta_j}{d(C_i; C_j)} \right), \quad (3)$$

где $d(C_i, C_j)$ – расстояние между C_i и C_j ; δ_x – среднее расстояние всех элементов x -го кластера до C_x ;

– принятие новых центров, если индекс Дэвиса–Болдуина уменьшился.

Шаг 3. Оценка классификации данных через кластеризацию.

В данном случае под оценкой классификации данных через кластеризацию понимается оценка процента правильно кластеризованных данных. Так как кластеризация необходима для дальнейшей классификации данных, то каждому кластеру ставим в соответствие какой-то класс по большинству попавших в него данных с меткой этого класса. Данные с метками других классов, попавших в данный кластер, считаем за ошибку классификации.

Шаг 4. Увеличение числа кластеров на 1 ($n + 1$).

Шаг 5. Остановка алгоритма, если $n > \text{число_классов} * 2$, иначе: повторение Шага 1.

Результаты. Для оценки эффективности программно-реализованного алгоритма кластеризации данных «Мозговой штурм» были проведены вычислительные эксперименты на данных из репозитория KEELS [2] и сравнены с алгоритмом С-средних.

Каждый набор данных был протестирован 5 раз. Число итераций составляло 50. В алгоритме «Мозговой штурм» 50 итераций составлял поиск оптимальных кластеров по индексу Дэвиса–Болдуина, затем число кластеров увеличивалось на один и поиск продолжался на следующем количестве кластеров.

В таблице указаны протестированные наборы данных и число классов (class) для каждого из них. Число кластеров (n) показывает усредненное значение кластеров, на которых процент классификации через кластеризацию был наибольшим. Алгоритм С-средних работал на том количестве кластеров, которое было определено лучшим для алгоритма «Мозговой штурм». Столбцы BSO% и C% содержат усредненный по 10 нарезкам набора данных процент правильной классификации через кластеризацию; столбцы BSO_max% C_max% указывают

максимальный процент классификации через кластеризацию на соответствующем наборе данных.

Результаты кластеризации

Наборы данных	class	n	BSO%	C%	BSO max%	C% max
Magic	2	3,9	67,159	65,088	73,145	65,206
Balance	3	4,8	71,965	69,324	81,494	82,94
Iris	3	5,1	92	90,222	98,519	92,593
Wine	3	5,15	72,371	72,097	75,776	74,375
Glass	7	10,8	64,902	66,004	70,833	69,11
Ecoli	8	12,7	72,354	73,544	78,145	76,158
Texture	11	18,3	65,323	70,28	73,020	72,92

Выводы. В результате был разработан и реализован алгоритм кластеризации данных методом «Мозговой штурм» для построения нечеткого классификатора. Реализованный алгоритм имеет лучшее значение точности на 57% наборов данных по средним значениям, но на максимальных значениях алгоритм выигрывает у C-средних с 85% наборов данных. Из проведенного эксперимента были сделаны выводы, что реализованный алгоритм конкурентоспособен. А также был сделан вывод, что универсального алгоритма нет, определенные алгоритмы могут в той или иной мере показывать большую точность на определенных наборах данных, поэтому необходимо для каждого набора данных подбирать наиболее подходящий алгоритм.

ЛИТЕРАТУРА

1. Cao Z., Hei X., Wang L., Shi Y., Rong X. An Improved Brain Storm Optimization with Differential Evolution Strategy for Applications of ANNs // Mathematical Problems in Engineering. – 2015. – Vol. 15. – P. 1–18.
2. KEEL-dataset repository [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://keel.es/> (дата обращения: 21.10.2018).

УДК 004.42

ПРОГРАММНО-ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА КЛАСТЕРИЗАЦИИ НЕСТРУКТУРИРОВАННЫХ ЗАПИСЕЙ ЖУРНАЛОВ РЕГИСТРАЦИИ СОБЫТИЙ

Д.В. Заринов, преподаватель каф. КИБЭВС

*Научный руководитель И.А. Ходашинский, проф. каф. КИБЭВС
г. Томск, ТУСУР, zdv@keva.tusur.ru*

Рассмотрено решение проблемы разработки базы знаний для SIEM систем. Разработана программа, сокращающая время работы специалиста при создании правил нормализации для новых источников событий.

Ключевые слова: SIEM, журнал регистрации событий, кластеризация, нормализация, LOG.

В современном мире многие процессы автоматизированы или предпринимаются попытки их автоматизировать. Это ведет за собой постоянное создание новых управляющих систем и обновление старых. С увеличением количества управляющих систем увеличивается количество угроз и уязвимостей.

Одним из типов систем обнаружения вторжения являются системы анализа событий безопасности в реальном времени (SIEM) [1]. Данные системы используют механизмы фиксации событий (файлы регистрации событий) других систем. Для каждой новой системы специалистам необходимо написать новые правила нормализации, следовательно, входной поток записей необходимо предварительно разделить на группы, и для каждой группы написать правила нормализации. Процесс деления может занять много времени, которое специалист мог бы использовать на написание правил корреляции или анализ другого источника.

Цель работы – разработать программу, которая в автоматизированном режиме разделяет входной поток записей журналов регистрации событий на похожие группы.

Журнал регистрации событий – это файл, в который система (приложение) записывает какие-то свои действия или действия, которые совершают с ней. Как правило, журнал регистрации событий представляет собой текстовый файл, где каждая строка является записью о каком-либо событии [2], например, строка из журнала регистрации событий системы ILO:

<134> #ILO 4: 11/25/2015 23:09 Browser login: Administrator – 215.123.60.68(DNS name not found).

Данное событие описывает следующее событие: вход в систему пользователя «Administrator» с удаленного узла «215.123.60.68» 25 ноября 2015 г. в 23:09.

Системы анализа событий безопасности в реальном времени. SIEM (Security information and event management) – технология обеспечивающая анализ событий безопасности в реальном времени.

Этапы работы SIEM-систем описаны ниже.

1) Сбор событий. SIEM обращается ко всем машинам в сети и собирает их журналы регистрации событий в режиме реального времени.

2) Нормализация – преобразование к единому виду. Нормализованное событие представляет собой некоторый набор заполненных полей, которые пользователь может посмотреть и понять.

3) Корреляция – это процесс выявления взаимосвязей между различными событиями с некоторыми общими атрибутами. Например,

для выявления попытки перебора пароля входа в систему необходимо сгруппировать события неудачных входов в систему с одного узла и учесть частоту, с которой приходят данные события, а также учесть, было ли событие удачного входа в систему в конце последовательности.

В общем случае корреляция в SIEM-системах делится на два типа: 1) сигнатурная – правила корреляции добавляются вручную экспертами; 2) бессигнатурная – аппарат корреляции сам должен отличать хорошее событие от плохого [3].

Кластеризация. В рамках работы было выбрано два алгоритма кластеризации: Clope [4], так как он принимает на вход слова предложения, определяющего событие в журнале, и Birch [5], так как это нисходящий иерархический алгоритм кластеризации, который легко поддается масштабированию. Недостатки алгоритмов: Clope – медленнее алгоритмов, работающих с числами, а также он плохо масштабируемый. Birch – работает только с числами, а значит, необходимо преобразовывать слова в числа (данная проблема была решена при помощи алгоритма sha-1).

Программная реализация – язык Python. Входные параметры программы были определены на основе мнений экспертов – специалистов отдела разработки базы знаний MaxPatrol SIEM.

Эксперимент. Для эксперимента был выбран файл monitor.log (журнал debian monitor). Данный журнал имел 5900 строк и 10 различных типов событий.

Программа разделила входной файл на 10 кластеров (рис. 1).

Программа создала файлы, которые могут помочь специалисту в написании правил нормализации, например для кластера 0_Audit_Component_IP_{IP} вспомогательный файл представлен на рис. 2. В данном файле используются стандартные токены, применяемые в правилах нормализации, что позволяет копировать текст из данного файла в правило нормализации.

Программа также создала файл – точку сохранения, в котором содержатся записи о используемом в данном журнале формате времени, шапку события (слова, которые встречаются на одном и том же месте во всех записях журнала), а также обрезанные уникальные строки данного журнала. Данный файл значительно уменьшит время работы программы, когда специалисту необходимо перезапустить программу на том же журнале, но с другими параметрами.

Экспертные оценки. Для оценки результативности работы программы экспертам были предоставлены собственно программа, аналог event_gather.py, утилиты командной строки Unix.monitor.log и инструкции по пользованию.

```

0_Audit_Component_IP_{IP}.txt
<10>Mar 28 13:46:04 katacentral apt-monitor[26977] [Audit] Component Database update IP 10.115.145.2 Type
sandbox Status ok
<10>Mar 28 13:48:09 katacentral apt-monitor[28210] [Audit] Component KSN IP 127.0.0.1 Type centralNode
Status error
1_Error_{STRING}_{main}_occured.txt
<13>Mar 28 13:55:27 katacentral apt-monitor: [{main}] Error occurred on updating KSN status: Error 110
connecting 127.0.0.1:6379. Connection timed out.
<13>Mar 28 13:55:27 katacentral apt-monitor: [{main}] Error occurred on updating KSN status: Error 110
connecting 127.0.0.1:6379. Connection timed out.
2_Error_main_occured_in.txt
<13>Mar 28 13:55:27 katacentral apt-monitor: [{main}] Error occurred in snort status monitor script:
Error 110 connecting localhost:6379. Connection timed out.
<13>Mar 28 13:55:27 katacentral apt-monitor: [{main}] Error occurred in snort status monitor script:
Error 110 connecting localhost:6379. Connection timed out.
3_main_Cannot_get_sandbox.txt
<11>Mar 28 13:35:02 katacentral apt-monitor[19802] [{main}] Cannot get sandbox bases status:
'last_check_timestamp'
<11>Mar 28 13:40:02 katacentral apt-monitor[22807] [{main}] Cannot get sandbox bases status:
'last_check_timestamp'
4_Audit_Component_Status_ok.txt
<13>Mar 28 13:55:27 katacentral apt-monitor: [Audit] Component AM Engine Status ok
<13>Mar 28 13:55:27 katacentral apt-monitor: [Audit] Component TA Analyzer Status error
5_Audit_Component_Yara_Status.txt
<13>Mar 28 13:55:27 katacentral apt-monitor: [Audit] Component Yara Status unknown
<13>Mar 28 13:55:27 katacentral apt-monitor: [Audit] Component Yara Status ok
6_host_main_Cannot_get.txt
<13>Mar 28 13:55:27 katacentral apt-monitor: [{main}] Cannot get HTTPS health response for host
10.115.145.2 in the 1 attempt: [Errno 113] No route to host
<13>Mar 28 13:55:27 katacentral apt-monitor: [{main}] Cannot get HTTPS health response for host
10.115.145.2 in the 2 attempt: [Errno 113] No route to host
7_license_api_Cannot_get_license.txt
<13>Mar 28 13:55:27 katacentral apt-monitor: [license_api] Cannot get license status 1: ERROR: No active
key is installed
<13>Mar 28 13:55:27 katacentral apt-monitor: [license_api] Cannot get license status 1: ERROR: No active
key is installed
8_license_api_Cannot_install_license.txt
<13>Mar 28 13:55:27 katacentral apt-monitor: [license_api] Cannot install license 1: ERROR: Key is corrupted
<13>Mar 28 13:55:27 katacentral apt-monitor: [license_api] Cannot install license 1: ERROR: Key is corrupted
9_HTTPS_{IP}_{main}_error.txt
<13>Mar 28 13:55:27 katacentral apt-monitor: [{main}] HTTPS error on getting sandbox engine and bases
status[10.115.145.2]: Could not get HTTPS health response for host 10.115.145.2
<13>Mar 28 13:55:27 katacentral apt-monitor: [{main}] HTTPS error on getting sandbox engine and bases
status[10.115.145.2]: Could not get HTTPS health response for host 10.115.145.2

```

Рис. 1. Кластеризация файла monitor.log

```

(NUMBER) {DATETIME} katacentral apt monitor Audit Component IDS IP {IP} Type sensor Status ok
(NUMBER) {DATETIME} katacentral apt monitor Audit Component KSN IP {IP} Type centralNode
Status error
(NUMBER) {DATETIME} katacentral apt monitor Audit Component Database update IP {IP} Type
sandbox Status ok
(NUMBER) {DATETIME} katacentral apt monitor Audit Component Database update IP {IP} Type
centralNode Status error
(NUMBER) {DATETIME} katacentral apt monitor Audit Component Sandbox IP {IP} Status error
(NUMBER) {DATETIME} katacentral apt monitor Audit Component KSN IP {IP} Type centralNode
Status disabled
(NUMBER) {DATETIME} katacentral apt monitor Audit Component IDS IP {IP} Type sensor Status
unknown
(NUMBER) {DATETIME} katacentral apt monitor Audit Component Database update IP {IP} Type
sandbox Status obsolete
(NUMBER) {DATETIME} katacentral apt monitor {STRING} Audit Component KSN IP {IP} Type
centralNode Status error
(NUMBER) {DATETIME} katacentral apt monitor Audit Component Database update IP {IP} Type
centralNode Status obsolete
(NUMBER) {DATETIME} katacentral apt monitor Audit Component Sandbox IP {IP} Status obsolete

```

Рис. 2. Пример вспомогательного файла

Экспертные оценки были проранжированы, наличие статистической связи между оценками было определено с помощью коэффициента конкордации Кендала и коэффициента ранговой корреляции Спирмена. Для выбора оптимальной альтернативы были использованы методы принятия решений при определенности, в качестве оценок были взяты экспертные оценки с учетом относительных весов критериев. По большинству принципов оптимальной альтернативой следует признать альтернативу «1» – программно-инструментальные средства кластеризации неструктурированных записей журналов регистрации событий (кластеризатор).

Заключение. Программно-инструментальные средства кластеризации неструктурированных записей журналов регистрации событий были высоко оценены экспертами. Данная программа внедрена в отдел разработки базы знаний MaxPatrol SIEM и способствует сокращению времени работы специалистов.

ЛИТЕРАТУРА

1. SIEM [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/SIEM> (дата обращения: 18.12.2018).
2. Файл регистрации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Файл_регистрации (дата обращения: 18.12.2018).
3. Корреляция SIEM — это просто. Сигнатурные методы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.securitylab.ru/analytics/431459.php> (дата обращения: 18.12.2018).
4. Yang. Y., Guan X., You J. CLOPE: A Fast and Effective Clustering Algorithm for Transactional Data // KDD. DOI: 10.1145/775047.775149 2002, p. 6.
5. Zhang T., Ramakrishnan R., Livny M. BIRCH: An Efficient Data Clustering Method for Very Large Databases // SIGMOD Conference DOI: 10.1145/233269.233324 1996, p. 12.

УДК 004.8

НАСТРОЙКА ПАРАМЕТРОВ НЕЧЕТКИХ КЛАССИФИКАТОРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛИ ОСТРОВОВ

А.О. Слезкин, каф. КИБЭВС

*Научный руководитель И.А. Ходашинский, проф. каф. КИБЭВС
г. Томск, ТУСУР*

Применение модели островов позволяет параллельно оптимизировать несколько популяций (островов) параметров антецедентов (решений). При этом для островов могут использоваться различные алгоритмы оптимизации, а некоторые решения в процессе работы алгоритма могут перемещаться между островами.

Целью настоящей работы является реализация алгоритма, использующего модель островов. Применение указанного алгоритма направлено на повышение точности классификации данных нечеткими классификаторами.

Ключевые слова: нечеткий классификатор, модель островов, метаэвристический алгоритм, оптимизация параметров, машинное обучение.

Нечеткие классификаторы относятся к классу нечетких систем, основанных на правилах. Классификаторы указанного типа широко используются в современных бизнес-приложениях из-за их способности справляться с неопределенностью, неточностью и неполнотой информации, например, в таких областях, как оценка кредитных рисков, маркетинг, электронный бизнес и электронная коммерция [1]. К достоинствам нечетких классификаторов можно отнести их хорошую интерпретируемость и отсутствие допущений, необходимых для статистической классификации.

Целью работы является реализация алгоритма, использующего модель островов [2] для оптимизации параметров нечеткого классификатора.

Постановка задачи. Построение нечеткого классификатора осуществляется на основе таблицы наблюдений:

$$T = \{t_1, t_2, \dots, t_M\},$$

где $t_k = (\mathbf{x}_k, c_k)$ – строка таблицы наблюдений; $\mathbf{x}_k = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ – вектор значений входных переменных; c_k – выходная метка класса; M – число наблюдений; n – число входных переменных.

На основе таблицы наблюдений на области определения каждой входной переменной формируются нечеткие термы.

Исходя из разбиения переменных на нечеткие термы формируется база правил нечеткой системы. Правило для нечеткого классификатора имеет вид

$$IF x_1 = A_{1j} AND x_2 = A_{2j} AND \dots AND x_n = A_{nj} THEN class = c_j,$$

где $j = \overline{1 \dots m}$, m – количество правил; A_{ij} – терм j -го правила i -й переменной; c_j – идентификатор j -го уровня [3].

Нечеткий классификатор может быть представлен как

$$C = f(\mathbf{x}, \boldsymbol{\theta}),$$

где $\mathbf{x}$ – входной вектор; $\boldsymbol{\theta}$ – вектор параметров антецедентов.

Степень принадлежности объекта к каждому классу вычисляется следующим образом:

$$\beta_j(\mathbf{x}) = \sum_{R_{ij}} \prod_{k=1}^n A_{ki}(\mathbf{x}_k), \quad j = 1, 2, \dots, m.$$

Выходом классификатора является метка класса, определяемая следующим образом:

$$class = c_{j^*}, j^* = \arg \max \beta_j.$$

На множестве обучающих данных (таблица наблюдений) определим следующую функцию:

$$\text{delta}(p, \theta) = \begin{cases} 1, & \text{если } c_p = f(x_p, \theta), \\ 0, & \text{иначе.} \end{cases}$$

Тогда точность классификации выражается следующим образом:

$$E(\theta) = \frac{1}{M} \sum_{p=1}^M \text{delta}(p, \theta).$$

Описание алгоритма. В данной модели функционирует несколько полунезависимых популяций, называемых островами. Каждый из островов выполняет последовательную форму поискового алгоритма в течение некоторого времени, так называемой эпохи. В конце каждой эпохи происходит миграция поисковых частиц между островами. Процесс миграции определяется какой-либо топологией [4].

Особенности:

- возможность совместить «достижения» независимых оптимизационных процессов на разных островах для получения наилучшего решения;

- возможность реализации параллельных сценариев вычислений.

Острова могут использовать различные алгоритмы оптимизации параметров.

Входными данными являются: I – алгоритм настройки параметров классификатора; T – алгоритм миграции частиц между островами; NP – количество популяций (островов); N – количество частиц в каждой популяции; Elter – длительность одной эпохи; MaxIter – максимальное количество частиц.

Выходными данными являются: θ_{best} – частица с самым лучшим положением среди частиц со всех островов.

Псевдокод алгоритма:

Вход: I, T, NP, N, Elter, MaxIter

Выход: θ_{best}

$\mathbf{PI} = \{I_1, I_2, \dots, I_{NP}\};$

$\mathbf{PP} = \{\mathbf{P}_1, \mathbf{P}_2, \dots, \mathbf{P}_{NP}\};$

$iter := 1;$

цикл пока ($iter < \text{MaxIter}$):

если $iter \% \text{Elter} = 0$:

$\mathbf{PP} := \text{Migrate}(\mathbf{PP}, T);$

конец если;

цикл по i от 1 до NP:

$\text{OneIterOptimize}(\mathbf{PP}[i], \mathbf{PI}[i]);$

конец цикла;

конец цикла;

ВЫВОД: $\theta_{best} := \text{FindBest}(\mathbf{PP}).$

Постановка эксперимента. Эксперимент проводился по схеме десятикратной кросс-валидации. Основная цель эксперимента – оценить эффективность реализованного алгоритма параллельных гибридных методов оптимизации параметров нечетких классификаторов с использованием модели островов. Критерием эффективности является точность классификации на тестовой выборке данных. В качестве данных для исследования были использованы наборы данных из репозитория KEEL. Проводилось три вида экспериментов. В первом, для одной половины островов, в качестве алгоритма оптимизации параметров классификатора использовался алгоритм Swallow Swarm Optimization (SSO), для другой половины островов – алгоритм Particle Swarm Optimization (PSO). Во втором, для всех островов, в качестве алгоритма оптимизации параметров классификатора использовался алгоритм SSO. В третьем, для всех островов, в качестве алгоритма оптимизации параметров классификатора использовался алгоритм PSO. В качестве топологии миграции всегда использовалась топология «кольцо». Результаты экспериментов приведены в таблице.

Сравнение результатов работы алгоритмов

Набор данных	SSO Islands		PSO Islands		SSO+PSO Islands	
	Обучение	Тест	Обучение	Тест	Обучение	Тест
banana	71,06	75,3	70,31	74,16	70,45	70,25
vehicle	45,36	41,61	48,52	42,44	58,6	50
ring	84,5	84,61	86,15	83,13	82,1	83,01
segment	84,28	81,69	84,36	82,49	93,58	91,04
ionosphere	84,37	83,12	82,83	83,15	91,2	87,42
coil2000	94,01	93,91	94,01	93,91	94,06	94,03
thyroid	99,68	99,36	98,93	98,16	99,67	99,42
twonorm	96,571	96,042	97,15	96,1	97,12	96,01
wdbc	94,026	88,398	94,01	89,16	98,125	94,72
texture	66,411	65,617	66,52	66,13	82,22	80,35

Заключение. Островной алгоритм, использующий оба алгоритма оптимизации параметров классификатора, показал лучшие результаты на семи наборах данных из десяти. При этом на наборах данных segment и texture заметно значительное улучшение точности классификации. На основании этого можно сделать заключение о том, что данный алгоритм наиболее эффективен для оптимизации параметров нечетких классификаторов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Meier A. A Fuzzy Classification Model for Online Customers / A. Meier, N. Werro // Informatica. – 2007. – Vol. 31. – P. 175–182.

2. Joao Gabriel Rocha Silva. A Diserential Evolution Algorithm for Computing Caloric-Restricted Diets - Island-Based Model / Joao Gabriel Rocha Silva, Iago Augusto Carvalho, Leonardo Goliatt et al. // *Lecture Notes in Computer Science*. – 2017. – Part 1. – P. 385–400.
3. Ходашинский И.А. Идентификация нечетких систем: методы и алгоритмы // *Проблемы управления*. – 2009. – № 4. – С. 15–23.
4. Renli L.U. A large-scale flight multi-objective assignment approach based on multi-island parallel evolution algorithm with cooperative coevolutionary / L.U. Renli, R. Lu, X. Guan, X. Li, I. Hwang // *Science China*. – 2016. – Vol. 59.

ПОДСЕКЦИЯ 3.6

МОЛОДЕЖНЫЕ ИННОВАЦИОННЫЕ НАУЧНЫЕ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРОЕКТЫ

*Председатель – Дробот П.Н., доцент каф. УИ, к.ф.-м.н.; зам.
председателя – Нариманова Г.Н., зав. каф. УИ, к.ф.-м.н., доцент*

УДК 621.391

СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ ДЛЯ МОБИЛЬНЫХ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Н.А. Алексеев, Е.А. Архипова, студенты;

К.В. Елизаров, выпускник каф. УИ

Научный руководитель М.Е. Антипин, доцент каф. УИ, к.ф.-м.н.

г. Томск, ТУСУР, ame@2i.tusur.ru

Представлен успешный опыт применения облачных сервисов Amazon для анализа изображений в реальном времени. Это позволяет существенно снизить мощность вычислительной системы, что особенно актуально для мобильных робототехнических устройств.

Ключевые слова: техническое зрение, python, AWS, обработка данных.

Техническое зрение является обязательным компонентом современной робототехнической системы. Задача анализа изображений в реальном времени требует больших вычислительных ресурсов. В мобильных устройствах электропитание обеспечивается от автономного источника, время работы которого прямо пропорционально массе и обратно пропорционально потребляемому току. Установка мощного процессора системы технического зрения потребует существенного увеличения массогабаритных характеристик устройства, что не всегда приемлемо. При современном развитии беспроводных телекоммуникаций целесообразнее отправить изображение на обработку более мощному вычислителю.

Так, при создании сенсорного замещающего устройства для незрячих и слабовидящих людей [1] перед нами стояла задача по изображению портативной видеокамеры определять ряд объектов, представляющих опасность или интерес для пользователя: дорожные знаки и разметка, тип покрытия, таблички и надписи, люди и препятствия. Кроме крупных объектов, важной сферой для перспективных пользователей устройства являются рукописные и печатные тексты

как в литературе, так и на экранах смартфонов, информационных табло в транспорте и тому подобные устройства. В качестве вычислительной системы, позволяющей обработать изображения, а также потоковое видео высокого разрешения использовался облачный сервер Amazon, являющийся одним из лидеров рынка.

Для реализации решения использовались следующие технологии: облачные сервисы AWS [2], язык программирования Python 3.6 [3], библиотека OpenCV [4]. Среди множества сервисов, который предоставляет Amazon, для данного проекта использовался сервис AWS Rekognition. Данный сервис предоставляет услуги по обработке изображений с применением собственных технологий машинного обучения для определения объектов на картинке. Работа с этим сервисом происходит по HTTP-запросам.

Для написания программы использовался язык Python. Главная особенность языка – динамическая типизация данных. Это позволяет достаточно быстро разработать прототипный код программы без усложненной архитектуры. Библиотека OpenCV позволяет работать со встроенными и подключенными к устройству камерами и получать из них изображения в виде массива байтов. Также используется вспомогательная библиотека для Python boto3 для работы с сервисами AWS.

В системе реализованы следующие функции: захват изображения с видеокamеры, передача информации по мобильному Интернету на виртуальную машину в облаке Amazon, распознавание объектов на изображении, формирование текстового протокола, передача информации от виртуальной машины на мобильное устройство в виде текстовых сообщений, формирование звукового оповещения пользователя. В тестовом режиме использовалась отправка видеокadра каждые 2 с. Проведенные тесты показали задержку оповещения пользователя, сопоставимую со временем реакции человека, – не более 1 с. Большая часть этого времени обусловлена передачей информации по беспроводным сетям. При этом детальность анализа изображения не хуже, чем достигаемая при локальной обработке. Это позволяет с уверенностью предполагать возможность взаимодействия человека с устройствами на основе данной технологии в бытовых ситуациях, без потери во времени реакции на различные раздражители.

В таблице представлен пример результата обработки изображения тротуара, по которому идет человек, который получает программа в формате JSON.

Данные представляют собой словарь данных, где ключ выступает в роли обнаруженного объекта, а ее значением является процентная вероятность уверенности, что данный объект действительно находится на изображении.

Пример данных, обработанных AWS Rekognition

Обнаруженный объект	Вероятность, %
Human	99,27
People	99,27
Person	99,27
Clothing	87,3

С учетом развития мобильных коммуникаций задачу обработки изображения для реализации системы технического зрения целесообразно переложить на мощные облачные серверы. Это позволит сосредоточить вычислительные мощности локального процессора на управлении исполнительной системой робототехнических комплексов. С развитием новых стандартов беспроводной передачи данных мобильность робототехнических комплексов, объем данных, отправляемый на обработку, будут только увеличиваться, что позволит расширить сферы применения технического зрения и повысить точность определяемой им информации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кабаев Р.А., Антипин М.Е. Электронный поводырь: сб. матер. XIII Междунар. школы-конференции студентов, аспирантов и молодых ученых Инноватика–2017. – С. 130–132.
2. Michael Wittig and Andreas Wittig. Amazon Web Service In Action. Manning Publications Co. – USA, 2015.
3. Sahand Saba. Understanding Asynchronous IO With Python 3.4's Asyncio And Node.js [Электронный ресурс]. – URL: <http://sahandsaba.com/understanding-asyncio-node-js-python-3-4.html> (дата обращения: 02.02.2019).
4. Howse J., Joshi P., Beyeler M. OpenCV: Computer Vision Projects with Python. – Packt Books, 2016.

УДК 004.891

ВЫЯВЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ МЕЖДУ НАЛИЧИЕМ РЕЗИСТЕНТНОСТИ К ПРОТИВОТУБЕРКУЛЕЗНЫМ ЛЕКАРСТВЕННЫМ СРЕДСТВАМ И ПРЕДИКТОРАМИ ПАЦИЕНТА

Е.В. Кашеева, магистрант ОИТ ИШИТР

*Научный руководитель С.В. Аксёнов, доцент ОИТ ИШИТР, к.т.н.
г. Томск, ТПУ, ev.kashcheeva@mail.ru*

Описываются этапы подготовки и анализа данных о пациентах с диагнозом или подозрением на туберкулез с множественной лекарственной устойчивостью. Построен классификатор и рассчитаны важности показателей по отношению к наличию резистентности. Построено дерево решений с различным количеством уровней и на его основе создана матрица ошибок. На основе

данных из матрицы ошибок рассчитаны значения показателей, характеризующих качество построенной модели дерева решений.

Ключевые слова: туберкулез, резистентность, машинное обучение, классификация.

Туберкулез – это широко распространенное инфекционное заболевание человека и животных, поражающее лёгкие, реже затрагивающее другие органы и системы [1]. По данным Всемирной организации здравоохранения, туберкулез является одной из десяти ведущих причин смерти в мире [2]. В основном лечение данного заболевания осуществляется с помощью противотуберкулезных препаратов. В медицине существует такое понятие, как лекарственная резистентность, что означает устойчивость организма к лекарственным средствам. Всемирная организация здравоохранения выделяет пять типов лекарственной резистентности к туберкулезу [3]: монорезистентность, полирезистентность, множественная лекарственная устойчивость, широкая лекарственная устойчивость и резистентность к рифампицину. В зависимости от вида резистентности пациенту назначаются различные формы лечения. Перед нами была поставлена задача выявить зависимость между наличием резистентности и предикторами пациента.

Медицинские учреждения, занимающиеся диагностированием и лечением туберкулеза, осуществляют сбор данных о своих пациентах. На Белорусском портале по туберкулезу [4] были взяты данные о пациентах, поступивших в отделение МЛУ ТБ РНПЦ пульмонологии и туберкулеза с диагнозом или подозрением на туберкулез с множественной лекарственной устойчивостью. Для анализа было решено использовать следующие показатели: результаты предыдущего лечения, результаты анализов мазка и культуры, наличие сопутствующих заболеваний, хирургическое вмешательство, мезенхимальная терапия стволовыми клетками, рост, вес, инвалидность, симптомы туберкулеза, уровень образования, жилье, бывший заключенный, алкоголизм, наркомания, курение, работа, ВИЧ, аллергия, развитие аномалии сосудов средостения, развитие аномалии легких, бронхиальная обструкция, распространение, уменьшение объема легких, лимфаденопатия, nodokальцинатум, плеврит, пневмоторакс.

Прежде чем приступить к построению модели для выявления наличия лекарственной устойчивости, было решено определить количество пациентов, имеющих ту или иную форму резистентности. Выяснили, что из 412 пациентов 216 имеют множественную лекарственную устойчивость, 95 – чувствительность, 72 – широкую лекарственную устойчивость, 16 – монорезистентность и 13 – полирезистентность. Пришли к выводу, что целесообразней будет провести анализ

на наличие и отсутствие резистентности, а не по каждому виду резистентности отдельно.

Затем был построен классификатор RandomForestClassifier и рассчитаны важности показателей. Выяснили, что наиболее важными являются наличие сопутствующих заболеваний, группа инвалидности, вес, результат предыдущего лечения и уровень образования (рис. 1).

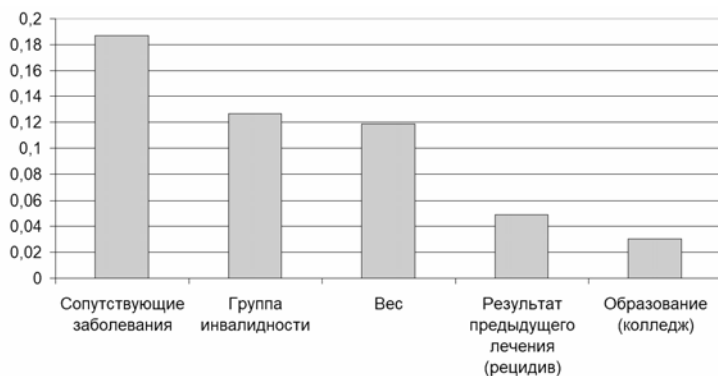


Рис. 1. Диаграмма «Важности признаков»

Построили дерево решений с количеством уровней от 2 до 6, на его основе создали матрицы ошибок (рис. 2).

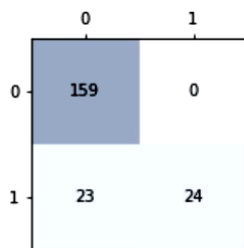


Рис. 2. Матрица ошибок

На основе матриц неточностей рассчитали значения верности, полноты, специфичности и F1 (таблица). Верность модели – это близость результатов измерений к истинному значению. Полнота – это доля истинно положительных исходов. Специфичность – это отношение количества истинно отрицательных исходов к общему количеству отрицательных исходов. Метрика F1 – совместная оценка точности и полноты. Таким образом, рассчитав перечисленные выше показатели, сделали вывод, что оптимальным количеством уровней для построения модели дерева решений является 2.

Значения показателей, характеризующих построенную модель

Показатель	Количество уровней				
	2	3	4	5	6
Верность	0,89	0,89	0,88	0,83	0,83
Полнота	0,511	0,511	0,511	0,532	0,553
Специфичность	1	1	0,994	0,918	0,906
F1	0,676	0,676	0,667	0,588	0,591

В результате выполнения работы была произведена подготовка данных к анализу, построен классификатор RandomForestClassifier, рассчитаны важности показателей. Наибольшей важностью по отношению к наличию лекарственной устойчивости обладают наличие сопутствующих заболеваний, группа инвалидности, вес, результат предыдущего лечения (рецидив) и уровень образования (колледж). Также были построены дерево решений и матрица ошибок, рассчитаны значения показателей верности, полноты, специфичности и F1. На основе данных показателей сделали вывод, что оптимальным числом уровней дерева решений является 2.

ЛИТЕРАТУРА

1. Понятие туберкулёза [Электронный ресурс]. – Электронная энциклопедия «Википедия». – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%83%D0%B1%D0%B5%D1%80%D0%BA%D1%83%D0%BB%D1%91%D0%B7> (дата обращения: 9.03.2019).
2. Основные факты о туберкулёзе [Электронный ресурс]. – Официальный сайт Всемирной организации здравоохранения. – URL: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/tuberculosis> (дата обращения: 9.03.2019).
3. Типы лекарственной устойчивости [Электронный ресурс]. – Официальный сайт Всемирной организации здравоохранения. – URL: <https://www.who.int/tb/areas-of-work/drug-resistant-tb/types/en/> (дата обращения: 9.03.2019).
4. Данные о пациентах, поступивших в отделение МЛУ ТБ РНПЦ пульмонологии и туберкулеза [Электронный ресурс]. – Белорусский портал по туберкулезу. – URL: <https://data.tuberculosis.by/> (дата обращения: 9.03.2019).
5. Рашка С. Python и машинное обучение: пер. с англ. А.В. Логунова. – М.: ДМК-Пресс, 2017. – 418 с.

РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕСТИРОВАНИЯ УСТАНОВКИ IT-PRINT***И.В. Васильев, магистрант каф. УИ****Научный руководитель Е.А. Ефременков, доцент каф. УИ, к.т.н.
г. Томск, ТУСУР*

Современный ассортимент расходных материалов для 3D-печати позволяет простому обывателю на 3D-принтере получать объекты различных физических и химических свойств, а средняя цена 1 кг пластиковой нити, которая подходит для 3D-печати, составляет – 700–1500 руб., тогда как цена за 1 кг сырья (гранул), из которого крупные промышленные производители производят пластиковую нить, составляет 200–300 руб.

Эта большая разница между исходным сырьем и продуктом (пластиковой нитью для 3D-печати) побудила многих разработчиков по всему земному шару к созданию компактной мехатронной установки, которая бы могла дать возможность обычному потребителю в бытовых условиях создавать для себя пластиковую нить нужных физических и химических свойств. Одним из таких устройств является компактная установка IT-PRINT, которая позволяет производить пластиковую нить нужного диаметра и пригодную для 3D-печати.

Ключевые слова: IT-PRINT, компактное устройство, производство пластика, 3D-печать, filament extruder.

В современных промышленных установках при производстве пластиковой нити для 3D-печати основополагающими процессами, влияющими на качество производимой пластиковой нити, являются режимы нагрева, поддержание заданной температуры и остывание экструдера [1]. Установка IT-PRINT выполняет все эти производственные процессы.

Основной задачей данной работы было экспериментальное изучение вышеописанных температурных режимов и 3D-печати, произведенной пластиковой нитью на установке IT-PRINT с помощью установленных температурных режимов.

Нагрев установки осуществлялся с помощью двух кольцевых нагревательных элементов диаметром 20 мм, мощностью 35 Вт. Начальная температура установки составляла 30 °С. Замеры температуры производились с шагом 0,5 с, затем были усреднены с шагом 10 с и представлены на графике (рис. 1). В качестве датчика применялась термопара.

После достижения рабочей температуры необходимо её поддержание на протяжении всего процесса экструзии пластика. В данном случае на протяжении 15 мин была задана температура 221 °С, которая поддерживалась с помощью ПИД-регулятора (рис. 1).

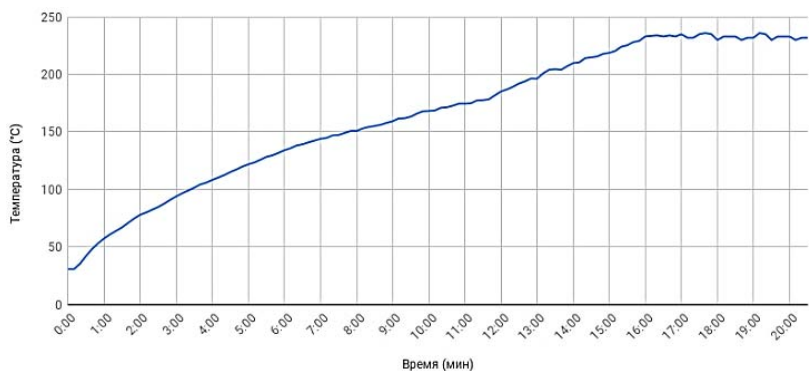


Рис. 1. График нагрева экструдера

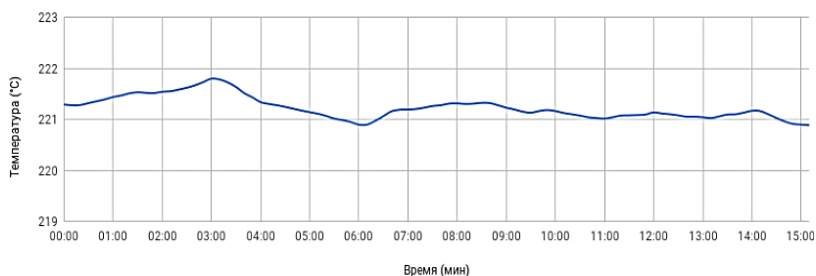


Рис. 2. График поддержания заданной температуры экструдера

После завершения производства пластиковой нити установку следует подготовить к хранению или транспортировке, поэтому необходимо оценить время остывания нагретых частей установки.

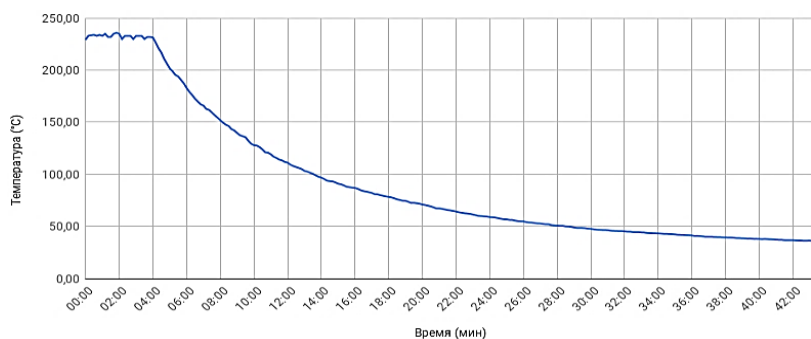


Рис. 3. График остывания экструдера

Как видно из рис. 3, процесс остывания установки IT-PRINT до безопасной температуры 35 °C занимает 34 мин.

Далее в устройство были загружены ABS-гранулы и установлена температура 220 °С. После того как экструдер достиг заданной температуры, был начат процесс экструзии. Было получено 2 образца пластиковой нити длиной по 500 мм. В сравнении с предыдущими экспериментами [2], пластиковая нить визуально имеет более круглую форму и соответствует стандарту пластиковой нити для 3D-печати – диаметром 1,75 мм.

После этого с использованием полученных образцов пластиковой нити была выполнена 3D-печать двух кубиков с ребром 10 мм (рис. 4). Как видно из рис. 4, все стороны кубиков ровные и взаимоперпендикулярны.



Рис. 4. Результаты 3D-печати

Закключение. Таким образом, экспериментально определено, что установка IT-PRINT выходит на рабочий температурный режим при комнатной температуре за 16 мин, а для остывания при тех же условиях требуется 34 мин. Используя определенные температурные режимы, получены образцы пластиковой нити, использованные для печати 3D-моделей. Качество напечатанных моделей, ровность слоёв и взаимная перпендикулярность сторон, подтверждает, что нить, произведенная на установке IT-PRINT, пригодна для любых задач 3D-печати.

ЛИТЕРАТУРА

1. Васильев И.В., Концов А.В., Кудрявцев Д.Н. Концепция мехатронного устройства и принципа его работы для переработки пластиковых отходов в нить, пригодную для 3D-печати // Матер. LXI студенческой Междунар. науч.-практ. конф. «Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические науки» // Научный журнал «СибАК». – 2018. – С. 94–98.
2. Васильев И.В., Концов А.В., Кудрявцев Д.Н. Разработка конструкции экструдера для изготовления нити, используемой в 3D-принтере, из измельченного пластикового сырья // Матер. LXI студенческой Междунар. науч.-практ. конф. «Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические науки» // Научный журнал «СибАК». – 2018. – С. 169–173.

ПОДСЕКЦИЯ 3.7

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

*Председатель – Зариковская Н.В., доцент каф. ЭМИС;
зам. ген. директора ООО «СибирьСофтПроект», к.ф.-м.н., доцент*

УДК 658.012.011

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ НЕОПРЕДЕЛЁННЫХ СИТУАЦИЙ УПРАВЛЕНИЯ

А.З. Бигалиева, докторант каф. ВТ

*Научный руководитель С.К. Атанов, проф. каф. ВТ, д.т.н.
Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилёва
Казахстан, г. Астана, alfija84@mail.ru*

Рассмотрен вариант построения ИСУ на базе экспертных знаний в условиях «существенной неопределенности», дана оценка текущего состояния технологических процессов в режиме реального времени, выработаны рекомендации для управляющих решений – советов оператору относительно восстановления технологического баланса.

Ключевые слова: интеллектуальные системы, базы знаний, экспертные системы.

В связи с исчерпанностью природных ресурсов промышленность встаёт перед необходимостью перерабатывать отходы производства металлургических комбинатов и руды с низким содержанием полезных элементов. Требуется измельчать сырье до минимальной крупности.

Способ прямого извлечения металла из рудного и техногенного сырья заключается в сверхтонком помоле с последующей воздушной и магнитной классификацией помольной среды с разделением металлической и минеральной составляющих.

По мере развития современной промышленности происходит переход к интеллектуальным системам управления (ИСУ), которые базируются на подсистемах сбора и передачи данных. Эффективность применения таких систем напрямую зависит от формы, вида и глубины представления знаний разработанной системы. При разработке ИСУ для неопределенных ситуаций управления возникает сложность решения проблемы проектирования необходимой устойчивой базы знаний, которая использует объективные знания о изменяющемся поведении объекта управления [1].

Традиционный подход к моделированию практически неприменим при рассмотрении сложных многофакторных процессов, которые в целом трудно поддаются формализации. Сложностью построения формальных моделей и описания технического состояния сложных процессов традиционными методами является «существенная неопределенность» входной информации. Это проявляется в объективной невозможности стабилизировать и/или измерять значения ряда ключевых параметров технического состояния таких процессов [2].

Предлагаемый вариант построения ИСУ на базе экспертных знаний, используя базовую автоматизацию, ставит своей целью мониторинг и управление процессом, протекающим в мельнице. Такая система в условиях «существенной неопределенности» способна оценивать неизмеряемые или плохо измеряемые параметры, интерпретировать достаточно точно их количественно, идентифицировать текущее техническое состояние процесса и рекомендовать оптимальное управляющее воздействие по устранению возникшего конфликта. ИСУ позволяет дать оценку текущего состояния технологических процессов в режиме реального времени, а также выработать управляющие решения – советы оператору относительно восстановления технологического баланса.

Программно-аппаратный комплекс, на базе которого реализована ИСУ ПМ-01, имеет трехуровневую архитектуру. Нижний уровень включает датчики, электроприводы, исполнительные механизмы, средний – электронно-вычислительные машины (ЭВМ); верхний уровень – СУБД. На базе АРМ реализованы графический интерфейс для взаимодействия оператора с системой управления, система звуковой сигнализации, хранение истории процесса.

Управление процессом помола осуществляется с «пульта» оператора. Используется информация с датчиков и исполнительных механизмов, а также органолептическая, когда мастер смены, наблюдая характерные особенности поведения мельницы, передает полученные оценки на пульт оператору [3].

В основу разработки положен принцип ведения процесса в достаточно узком «коридоре» по главным критериям технологической согласованности процесса для улучшения качества конечной продукции и сохранения эксплуатационных свойств мельницы. Система предназначена для прогнозирования и информирования оператора о нарушениях технологического процесса на начальных стадиях их появления путем анализа разработанных на базе экспертных знаний специальных критериев. Критерии задают цели управления процессом и информируют оператора о текущем состоянии процесса. При этом вы-

ход значений критериев за допустимые границы интерпретируется системой как начало «конфликта», а для оператора является сигналом необходимости принятия рекомендуемых управляющих воздействий для возврата процесса в состояние технологической согласованности.

Основными элементами интеллектуальной системы ПМ-1, являются: база знаний; блок принятия решений; блок распознавания входного потока информации (получение вывода на знаниях).

Уникальность методологии извлечения и представления экспертных знаний в виде нелинейного полинома дает возможность в кратчайшие сроки синтезировать достаточную систему логико-лингвистических моделей, системно представляющую особенности протекания технологических процессов.

Процессор знаний или блок принятия решений как часть экспертной системы реализован на базе платформы для разработки промышленных экспертных систем ATmega 328 и STM32. Основными элементами процессора знаний являются блоки: распознавания входного потока информации; расчета модели по текущей ситуации; ситуационного анализа; принятия решений.

Использование экспертных знаний применительно к оцениванию технического состояния конкретного объекта осуществляется в условиях технологических регламентов его функционирования, что сводит к минимуму степень риска выработки системой неправильного решения, а мониторинг в режиме реального времени способствует раннему обнаружению приближения к предаварийным состояниям процесса. Реализован общий подход к решению многоуровневого распознавания технического состояния сложных технологических процессов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Соколов Б.В., Юсупов Р.М. Концептуальные основы оценивания и анализа качества моделей и полимодельных комплексов // Изв. РАН. Теория и системы управления. – 2004. – № 6. – С. 6–16.
2. Спесивцев А.В., Домшенко Н.Г. Эксперт как «интеллектуальная измерительно-диагностическая система» // Сб. докладов XIII Междунар. конф. по мягким вычислениям и измерениям SCM. – СПб., 2010. – Т. 2. – С. 28–34.
3. Спесивцев А.В., Лазарев В.И., Дайманд И.Н., Негрей Д.С. Оценивание степени согласованности функционирования технологического процесса на основе экспертных знаний // Сб. докл. XV Междунар. конф. по мягким вычислениям и измерениям SCM. – СПб., 2012. – Т. 1. – С. 81–86.

ИССЛЕДОВАНИЕ СКОРОСТИ РАБОТЫ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА И АЛГОРИТМА ПОЛНОГО ПЕРЕБОРА

Е.А. Федоров, студент каф. ФЭ

*Научный руководитель А.С. Сальников, доцент каф. ФЭ, к.т.н.
г. Томск, ТУСУР, ansalnikov@gmail.com*

Представлены результаты сравнения скорости работы генетического алгоритма и полного перебора в задаче выбора блоков радиотехнической системы по заданным условиям. При увеличении числа вариантов систем полным перебором наблюдается экспоненциальный рост времени работы алгоритма, в то время как при работе генетического алгоритма время изменяется незначительно.

Ключевые слова: генетический алгоритм, полный перебор, радиотехнические системы, скорость работы.

Современные требования к разработке СВЧ-систем чрезвычайно высоки. Разработчик должен хорошо знать элементную базу, которая в настоящее время весьма обширна, понимать физические процессы, протекающие в компонентах, выполненных по различным технологиям, уметь рассчитывать основные блоки и узлы СВЧ-систем. Решение этих и многих других задач при проектировании невозможно представить без использования САПР [1].

Одной из ключевых задач при создании программ такого типа является задача оптимизации алгоритма расчета параметров и выбора оптимальной конфигурации, предлагаемой пользователю.

В данной работе проводится сравнение скорости работы генетического алгоритма (ГА) и алгоритма полного перебора в задаче поиска оптимальной конфигурации элементов для супергетеродинного приемника, состоящего из четырех узлов: переключатель, МШУ, смеситель и фильтр. Каждый элемент имеет свою цену, коэффициент передачи и коэффициент шума. Каждая сформированная алгоритмом система имеет свой уровень усиления, коэффициент шума и цену. Таким образом, в каждом алгоритме необходимо реализовать поиск системы (выбор по одному элементу каждого типа из библиотеки), расчет основных параметров (коэффициенты усиления и шума), оценку системы по требованиям пользователя и вывод результата – радиотехническая система, удовлетворяющая заданным требованиям и имеющая минимальную цену.

Алгоритм полного перебора производит поочередно составление системы, расчет её параметров, и если они удовлетворяют условиям поиска, то данная система записывается в память. После окончания

работы полного перебора программа выводит число подходящих комбинаций систем для данных условий, а также систему с наименьшей ценой.

Генетический алгоритм – это широко известный алгоритм поиска, который используется для решения задач оптимизации и моделирования путём случайного подбора и использования методов естественной эволюции, таких как мутация, отбор и скрещивание. Основной идеей ГА является то, что, применяя эти методы к наиболее «подходящим» радиотехническим системам в данной задаче, можно достичь существенной скорости в поиске всех существующих решений [1, 2].

В качестве измеряемого параметра для оценки скорости работы алгоритмов было выбрано время нахождения всех решений для данной комбинации элементов. Для каждой комбинации проводилось 150 серий измерений и было рассчитано среднее значение времени.

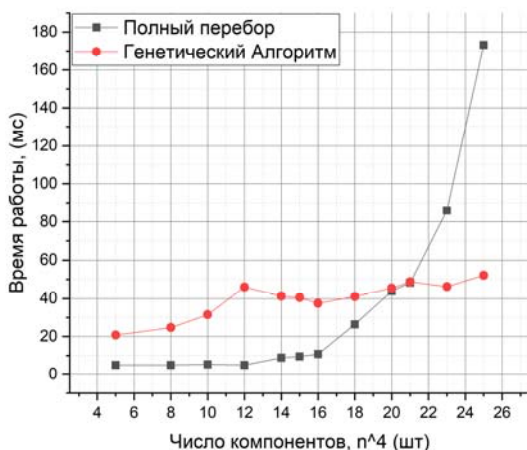


Рис. 1. Сравнение времени нахождения решения для различных алгоритмов при разном числе исходных элементов в базе

Как видно из представленного графика (рис. 1), увеличение числа исходных элементов для анализа в библиотеке приводит к экспоненциальному росту времени работы алгоритма полного перебора. Время работы ГА изменяется незначительно и при подавляющем числе измерений остается в пределах 20–60 мс при количестве элементов от 5 до 25 соответственно.

В результате проведенных измерений можно с уверенностью говорить об обоснованности выбора ГА для решения задачи поиска радиотехнической системы, удовлетворяющей заданным параметрам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авдеев А.А. Применение генетических алгоритмов к задачам оптимизации // Доклады ТУСУР. – 2008. – №2 (18), ч. 1. – С. 110–111.
2. Википедия – свободная энциклопедия. Генетический алгоритм [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Генетический_алгоритм (дата обращения: 18.02.2019).
3. Бабак Л.И., Дорофеев С.Ю., Песков М.А. и др. Разработка интеллектуальной системы автоматизированного проектирования СВЧ-устройств INDESYS // Доклады ТУСУР. – 2010. – №2 (22), ч. 1. – С. 93–96.

УДК 004.896

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА В ЗАДАЧЕ ВЫБОРА БЛОКОВ РАДИОТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Е.А. Федоров, студент каф. ФЭ

*Научный руководитель А.С. Сальников, доцент каф. ФЭ, к.т.н.
г. Томск, ТУСУР, ansalnikov@gmail.com*

Представлены результаты работы генетического алгоритма для решения задачи поиска радиотехнической системы, удовлетворяющей требованиям. Исследовано влияние «элитной группы» на скорость нахождения решений. Определены оптимальные параметры генетического алгоритма (размер начальной популяции, вероятность мутации), при которых время поиска всех решений минимально.

Ключевые слова: генетический алгоритм, «элитная группа», мутация.

В данной работе описывается применение генетического алгоритма для поиска базовых компонентов, составляющих радиосистему, представленную на рис. 1.

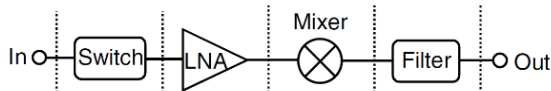


Рис. 1. Структурная схема супергетеродина СВЧ-приемника

Для оценки скорости работы генетического алгоритма в базу компонентов были добавлены по 25 дискретных элементов с разными значениями усиления, коэффициента шума и цены. Поиск проводился по параметрам: усиление системы и коэффициента шума. Изменяемыми параметрами были вероятность мутации, размер начальной популяции и число итераций. Ввиду стохастического характера работы генетического алгоритма измерения проведены 30 раз при каждом изменении параметров и взято среднее значение [1, 3].

Одной из самых распространённых модификаций генетического алгоритма является «элитная группа». Её суть сводится к сохранению постоянной по размеру группы лучших особей внутри популяции. Считается, чем лучше особь, тем больше вероятность того, что она несёт в себе полезный генетический материал, который может быть использован для нахождения оптимума. На рис. 2 показано влияние данной модификации на скорость нахождения максимального количества решений [2].

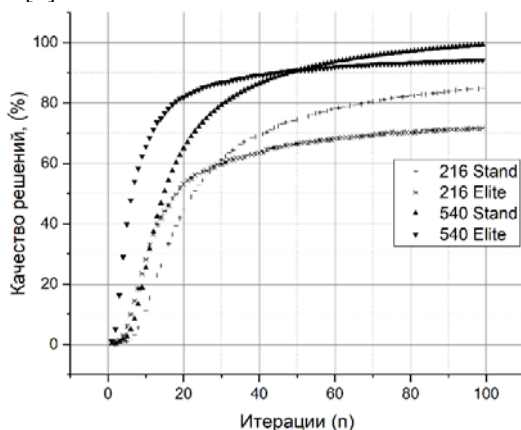


Рис. 2. Влияние «Элитной группы» на качество решений

Из графика видно, что наличие «элитной группы» положительно сказывается на скорости нахождения всех решений, а именно наблюдается более резкий рост качества решений по сравнению со стандартными параметрами.

Одними из ключевых параметров генетического алгоритма, критически влияющих на скорость нахождения решений, являются вероятность выполнения оператора мутации для каждого поколения и размер начальной популяции. Оценка влияния вероятности мутации приведена на рис. 3. Минимальное время нахождения 100% решений для популяции из 128 особей достигается при вероятности мутации в окрестности 40% для данного алгоритма.

Проведя тестирование алгоритма и измерение времени одновременно от двух параметров, можно построить график поверхности. Такой график для рассматриваемой задачи представлен на рис. 4. Из рисунка можно определить область минимальных значений времени работы алгоритма.

В ходе данной работы были определены квазиоптимальные значения параметров для решения поставленной задачи («темная» об-

ласть графика на рис. 4), которым соответствует минимальное время работы алгоритма для поиска 100% решений, а именно размер популяции 140–200 особей при мутации 15–35%.

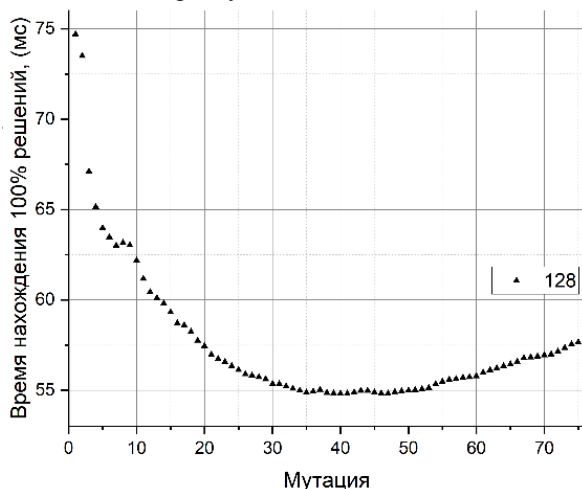


Рис. 3. Влияние мутации на время нахождения 100%

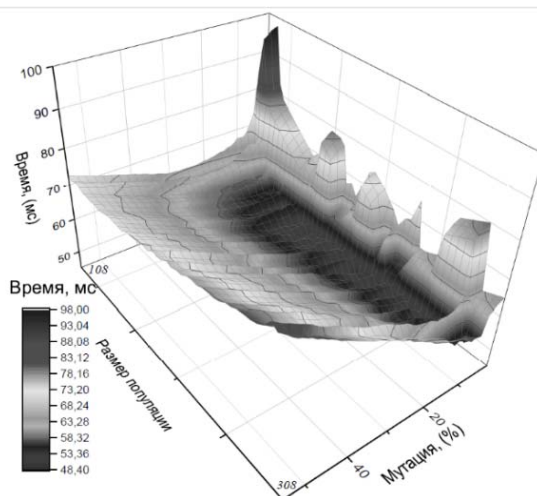


Рис. 4. Одновременное исследование влияния размера популяции и мутации

ЛИТЕРАТУРА

1. Добуш И.М., Калентьев А.А., Жабинидр Д.А. Разработка МШУ диапазона 1–2 ГГц с использованием программы структурного синтеза СВЧ-

транзисторных усилителей на основе генетического алгоритма // Доклады ТУСУР. – 2015. – № 1 (35). – С. 47–51.

2. Подлазова А.В. Генетические алгоритмы на примерах решения задач // Информационные технологии в управлении [Электронный ресурс]. – Электрон. журн. – 2008. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/geneticheskie-algoritmy-na-primerah-resheniya-zadach-raskroya> (дата обращения: 18.01.2019).

3. Шумилов А.Е., Филиппович А.Ю. Исследование параметров генетического алгоритма при решении задач поиска кратчайшего пути / МГТУ им. Н.Э. Баумана [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vk.io/winFUgx> (дата обращения: 15.02.2019).

УДК 004.041:519.254

СОГЛАСОВАНИЕ ЗНАЧЕНИЙ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ КОНСТАНТ МЕТОДОМ БИРДЖА

Л.В. Галсанова, студентка ОАР, ИШИТР

*Научный руководитель Л.И. Худоногова, доцент ОАР, ИШИТР, к.т.н.
г. Томск, НИ ТПУ, lvg3@tpu.ru*

Рассматривается метод Бирджа для проверки согласованности значений фундаментальных физических констант. Приведена статистическая модель, положенная в основу метода Бирджа, представлена программная реализация метода. Проведены численные экспериментальные исследования и анализ полученного согласованного значения гравитационной постоянной.

Ключевые слова: фундаментальная физическая константа, согласование, оценка неопределенности, метод Бирджа.

В настоящее время все единицы измерения в соответствии с СИ определяются с помощью фундаментальных физических свойств и законов. Важную роль в этом процессе играют фундаментальные физические константы (ФФК).

Точное значение ФФК определяют согласованием значений величины физических констант на основании измерительных данных, предоставленных различными лабораториями, с требуемой точностью. Эти данные имеют вид интервалов на вещественной оси, центры которых представляют собой значение ФФК, а границы обуславливаются неопределенностью его измерения. Поскольку Руководство по выражению неопределенности измерения и его приложения не дают конкретных указаний по согласованию, возникает необходимость исследования существующих методов.

В статье рассматривается метод, основанный на статистической модели местоположения (location-scale model):

$$X \Big|_{\mu, \sigma_B, M_{LSM}} \sim N(\mu_1, \sigma_B^2 V), \quad (1)$$

т.е. случайные величины X следуют многомерному нормальному распределению со средним вектором μ_1 и ковариационной матрицей $\sigma_B^2 V$, где $1 = (1, \dots, 1)^T$ – вектор, состоящий из единиц. Матрица V содержит стандартные неопределенности u_i и ковариации, где диагональные элементы матрицы равны квадрату стандартных неопределенностей $V_{ii} = u_i^2$, а внедиагональные элементы определяются согласно $V_{ij} = \rho_{ij} \cdot u_i u_j$ [1].

Проверка согласованности значений ФФК методом Бирджа.

Модель (1) была определена в [2] как статистическая модель, лежащая в основе отношения Бирджа, которое широко используется в метрологии для корректировки противоречивых данных.

Проверка согласованности Бирджа основана на следующих трех предположениях: (i) результаты $x_1, \dots, x_n$ можно рассматривать как реализацию выборки случайных величин с функцией плотности вероятности (pdf) неизвестных ожидаемых значений; (ii) стандартные неопределенности $u(x_1), \dots, u(x_n)$ – как известные стандартные отклонения pdf для $x_1, \dots, x_n$ соответственно; (iii) выборочные pdf для $x_1, \dots, x_n$ – как нормальные и взаимно независимые.

Наиболее часто для нахождения оценки измеряемой величины используется взвешенное среднее

$$\hat{\mu}_{wm} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{u_i^2}} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{u_i^2}. \quad (2)$$

Проверка согласованности набора данных при этом осуществляется с помощью критерия хи-квадрат.

Согласно методу Бирджа, результаты измерений i обычно распределены с дисперсией $c^2 u_i^2$ и средним μ . Тогда выражение для консенсусного среднего (2) остается тем же, но выражение для стандартной неопределенности принимает вид: $u_B = cu$. Целью проверки Бирджа является оценка параметра c . Оценка основана на том, что при исходных допущениях величина (3) является случайной величиной хи-квадрат с $(n - 1)$ степенями свободы

$$\frac{1}{c^2} \sum_{i=1}^n \left(\frac{x_i - \hat{\mu}_{wm}}{u_i} \right)^2 = \frac{\chi_{\text{obs}}^2}{c^2}. \quad (3)$$

Ключевым свойством проверки согласованности Бирджа является то, что неопределенности увеличиваются пропорционально, и поэтому обычная средневзвешенная оценка остается неизменной [3].

Программное обеспечение. Для исследования рассмотренного метода была разработана программа в графической среде NI LabVIEW. Программа выполняет следующие функции: 1) генерация случайных интервальных данных по нормальному закону распределения; 2) согласование интервалов методом Бирджа; 3) визуализация результатов в графическом и числовом виде. Лицевая панель программы для проверки согласованности по методу Бирджа представлена на рис. 1.

Для экспериментальных исследований была выбрана гравитационная постоянная. В 2014 г. значение гравитационной постоянной, рекомендованное CODATA [3], стало равным

$$G = 6,67408(31) \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{кг}^{-2}.$$

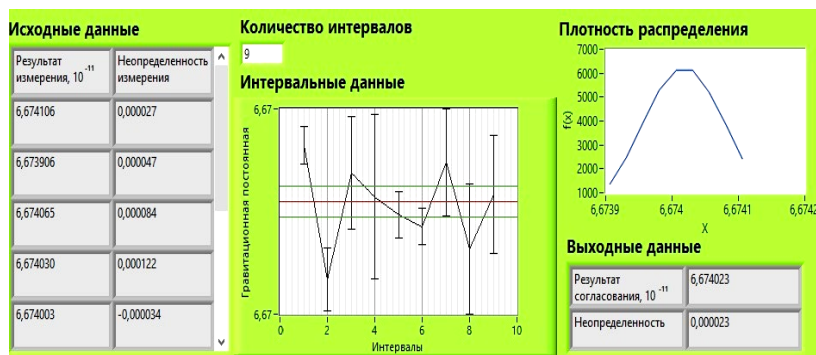


Рис. 1. Лицевая панель программы

На лицевой панели пользователь указывает количество интервалов и запускает программу. На панели отображаются сгенерированные данные (результаты измерений с неопределенностями), а также плотность распределения этих данных. В результате работы программы вычисляются результат согласования гравитационной постоянной и его неопределенность.

Анализ полученного результата со значением CODATA показал, что использование метода Бирджа позволило получить значение гравитационной постоянной, достаточно близкое к рекомендованному.

Заключение. В ходе изучения проблемы согласования значений фундаментальных физических констант был исследован метод согласования Бирджа. Для экспериментальных исследований метода была разработана программа в среде программирования LabVIEW. Результаты показали, что метод Бирджа позволяет получить значение ФФК, близкое к рекомендованному CODATA значению.

ЛИТЕРАТУРА

1. Bodnar O., Elster C., Fischer J., Possolo A., Toman B. Evaluation of uncertainty in the adjustment of fundamental constants // Metrologia. – 2016. – Vol. 53, Is. 1. – P. S46–S54/
2. Toman B., Fischer J., Elster C. Alternative analyses of measurements of the Planck constant // Metrologia. – 2012. – Vol. 49. – P. 567–571.
3. CODATA Internationally recommended values of the Fundamental Physical Constants [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://physics.nist.gov/cgi-bin/cuu/Value?bg> свободный. – Загл. с экрана. – (дата обращения: 15.11.2018).

УДК 004.021

РАЗРАБОТКА И ОПТИМИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА ГЕНЕРАЦИИ ИГРОВОГО ПОЛЯ ДЛЯ МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ СУДОКУ

А.М. Ширыкалов, Л.М. Киселев, студенты ОИТ

Научный руководитель В.В. Соколова, доцент ОИТ, к.т.н.

г. Томск, ТПУ, ams28@tpu.ru, lmk2@tpu.ru

Описана разработка алгоритма генерации игрового поля Судoku для мобильной игры под операционную систему Android, представлены блок-схемы некоторых из его методов. Приведен снимок экрана разработанного приложения.

Ключевые слова: Android, Kotlin, Судoku, генерация Судoku, количество решений Судoku.

На сегодняшний день мировой рынок мобильных игр является одним из самых быстрорастущих [1]. Развивающие игры (головоломки, например, Судoku) относятся к наиболее популярному жанру мобильных игр.

Самое распространенное Судoku представляет собой сетку ячеек размером 9×9 , разделенную на меньшие квадраты со стороной 3 ячейки. В начале решения часть ячеек заполнена цифрами от 1 до 9. Такая частично заполненная таблица называется игровым полем. Задача игрока состоит в том, чтобы заполнить пустые ячейки сетки цифрами от 1 до 9 таким образом, чтобы в каждой строке, в каждом столбце и каждом маленьком квадрате 3×3 каждая цифра встречалась только один раз. При этом правильно составленное игровое поле Судoku имеет ровно одно решение.

Большинство существующих приложений, позволяющих решать Судoku, используют готовый набор головоломок. В отличие от них, разработанное приложение генерирует случайное игровое поле каждый раз, когда пользователь начинает новую игру.

В ходе работы над приложением был разработан и реализован на языке Kotlin алгоритм генерации случайного игрового поля Судоку.

Разработанный алгоритм можно разбить на два этапа: генерация полной таблицы, удовлетворяющей правилам заполнения игры Судоку, и создание игрового поля на основе сгенерированной таблицы.

На этапе генерации полной таблицы производится последовательное заполнение малых квадратов цифрами, не противоречащими правилам. Реализация данного этапа представлена несколькими методами: `fillSquare()`, `fillBuffer()`, `fillCell()`, `pushBuffer()`.

В случае успешного заполнения всех клеток таблицы начинается следующий этап генерации, иначе предыдущий этап повторяется снова.

Для составления игрового поля, соответствующего правилам Судоку, на основе полученной таблицы необходимо освободить некоторое количество случайных ячеек поля. В процессе удаления чисел из клеток необходимо постоянно контролировать соответствие получаемой таблицы правилу единственности решения, для этого периодически производится подсчет их количества. Эта задача является наиболее ресурсоемкой и сложной по времени (рис. 1).

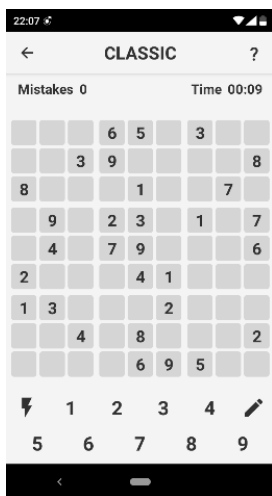


Рис. 1. Игровое поле запущенного приложения

Разработанный алгоритм подсчета количества решений является рекурсивным. Он состоит из двух методов, возвращающих целые числа, рекурсивно вызываемых друг в друге.

В методе `countSolutions()` в таблице находится первая нулевая клетка и вызывается второй метод, с передачей ему таблицы и коор-

динат найденной клетки. В случае, если нулевой клетки не найдено, таблица считается завершенной и методом возвращается единица.

Если нулевая клетка была найдена, вызывается метод *tryCandidates()*, в котором в эту клетку по очереди подставляются все возможные по правилам игры цифры, с вызовом при каждой подстановке метода *countSolutions()* с передачей в него измененной таблицы, при этом результаты суммируются.

Ниже приведены блок-схемы работы указанных методов (рис. 2).

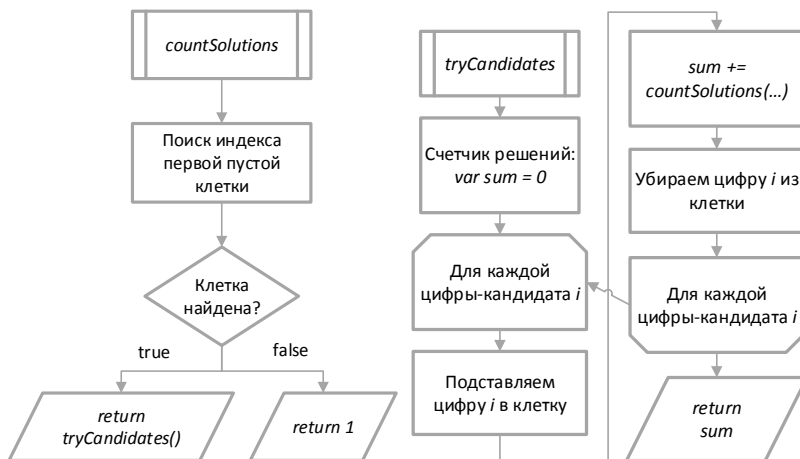


Рис. 2. Блок-схемы работы методов *countSolutions()* и *tryCandidates()*

При генерации игрового поля нет необходимости знать точное число решений, достаточно лишь знать, равно это число единице или нет. С учетом этого алгоритм можно оптимизировать.

Для этого необходимо в методе *countSolutions()* после удаления очередной подставленной в клетку таблицы цифры добавить проверку значения переменной, аккумулирующей количество найденных при подстановке каждой из цифр-кандидатов решений, и если её значение больше единицы, необходимо завершить работу метода, возвратив это значение. После этого рекурсивный вызов методов прекратится и как результат первого вызова метода *countSolutions()* возвратится значение, превышающее единицу.

В результате проекта была разработана мобильная игра Судoku с пользовательским интерфейсом, соответствующим правилам Material Design. В приложении имеется несколько режимов ввода цифр в клетки таблицы, несколько игровых режимов с таблицами Судoku, содержащими дополнительные ограничивающие области, пять уровней

сложности. После оптимизации алгоритма, время генерации игрового поля на среднестатистическом смартфоне не превышает нескольких секунд.

ЛИТЕРАТУРА

1. 2019 in Mobile: 5 Things You Need to Know [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.appannie.com/ru/insights/market-data/2019-in-mobile-5-things-to-know/>, свободный (дата обращения: 10.02.2019).
2. Herzberg A.M., Murty R. Sudoku squares and chromatic polynomials // Notices of the AMS. – 2007. – Vol. 54, № 6. – P. 708–717.
3. Bertram F., Frazer J. Mathematics of Sudoku I. // Mathematical Spectrum. – 2006. – Vol. 39 – P. 15–22.

ПОДСЕКЦИЯ 3.8

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ПОДДЕРЖКИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ

Председатель – Хабибулина Н.Ю., доцент каф. КСУП, к.т.н.;
зам. председателя – Потапова Е.А., ст. преп. каф. КСУП

УДК 64.011.56

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛОВЫМ ПУНКТОМ

К.Н. Калдар, П.А. Кириллов, Н.С. Бишаев, студенты каф. КСУП
Научный руководитель А.Е. Карелин, доцент каф. КСУП, к.т.н.
г. Томск, ТУСУР, kairat.kkn@mail.ru

Приведено описание автоматизированной системы управления (АСУ) тепловым пунктом с применением программируемого логического контроллера (ПЛК) Элсима-М01-24Р и программно-инструментального комплекса для разработки автоматизированных систем управления «SCADA Infinity».

Ключевые слова: автоматизированная система, система управления, тепловой пункт, регулятор температуры, программируемый логический контроллер.

Тепловой пункт – это весьма сложный с множеством контролируемых и измеряемых параметров технологический объект, который требует постоянного контроля обслуживающего персонала для поддержания комфортной температуры в обслуживаемых зданиях, а также предотвращения аварий в результате выхода из строя технологического оборудования или выхода технологического параметра за допустимые пределы. В частности, эти цели силами одного обслуживающего персонала недостижимы. Разработка АСУ позволит заранее диагностировать и предотвращать возникновение аварийных ситуаций и избавит управляющую компанию от нецелесообразных затрат на ремонт или замену технологического оборудования. Помимо раннего выявления аварийных ситуаций, система управления будет точно регулировать температуру теплоносителя в зависимости от температуры наружного воздуха, что обеспечит существенную экономию тепловой энергии и комфортную температуру в обслуживаемых зданиях.

АСУ имеет функционально законченную трёхуровневую структуру и разработана для теплового пункта с двухтрубной системой отопления и с независимым подключением к тепловым сетям. Преимуществом независимого подключения является тот факт, что система отопления в значительно меньшей мере подвержена влиянию изменения гидравлического режима теплосети со временем и меньше сама влияет на теплосеть [1]. При разработке системы преследовалась цель обеспечения оптимальных режимов теплоснабжения за счет поддержания комфортной температуры теплоносителя исходя из показаний датчика температуры наружного воздуха, а также обеспечения равномерной выработки ресурсов технологического оборудования. На рис. 1 представлена структурная схема разработанной системы.

Нижний уровень (полевой) осуществляет сбор данных о параметрах технологического процесса и о состояниях оборудования теплового пункта и отправляет эти данные на средний уровень в виде унифицированных сигналов тока и напряжения. ПЛК, анализируя полученные данные, воздействует на технологическое оборудование нижнего уровня.

Средний уровень конструктивно представляет собой шкаф управления, оборудованный современной элементной базой технических средств автоматизации с применением ПЛК Элсима-M01-24P, который выступает в качестве регулятора температуры и давления в системе отопления, и его модуля расширения ввода аналоговых сигналов Элсима-A01-24P. Алгоритм работы ПЛК задается по разработанному прикладному программному обеспечению (ПО), который выполняется циклически. Прикладное ПО для ПЛК Элсима-M01-24P было разработано с применением среды программирования Codesys 3.5 компании 3S-Smart Software GmbH и написано с применением одного из пяти языков программирования ПЛК стандарта МЭК 61131-3 – язык структурированного текста ST (Structured text). Элсима-M01-24P выполняет следующие функции: регулирование температуры теплоносителя по температурному графику, контроль и фиксация аварий, контроль сухого хода насосов, контроль утечки теплоносителя, ротация насосов по времени, автоматическая подпитка системы отопления, передача данных на верхний уровень.

Верхний уровень представляет собой автоматизированное рабочее место (АРМ) диспетчера теплового пункта со специальным человеко-машинным интерфейсом (HMI). ПО верхнего уровня разработано с применением программного-инструментального пакета для разработки автоматизированных систем управления «SCADA Infinity» компании «ЭлеСи». На мониторы АРМ выводится оперативная информация о параметрах теплоносителя и состояниях исполнительных механизмов. Обмен информацией со средним уровнем осуществляет-

ся по протоколу Modbus TCP/IP. Основная мнемосхема верхнего уровня представлена на рис. 2.

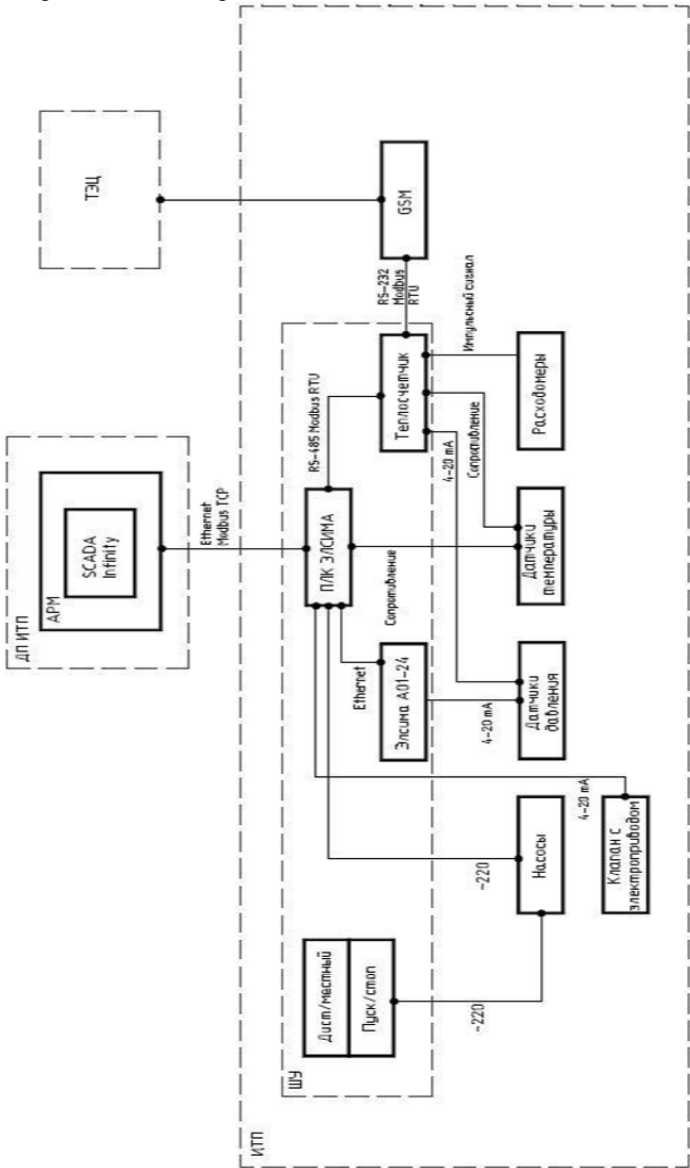


Рис. 1. Структурная схема автоматизированной системы управления тепловым пунктом

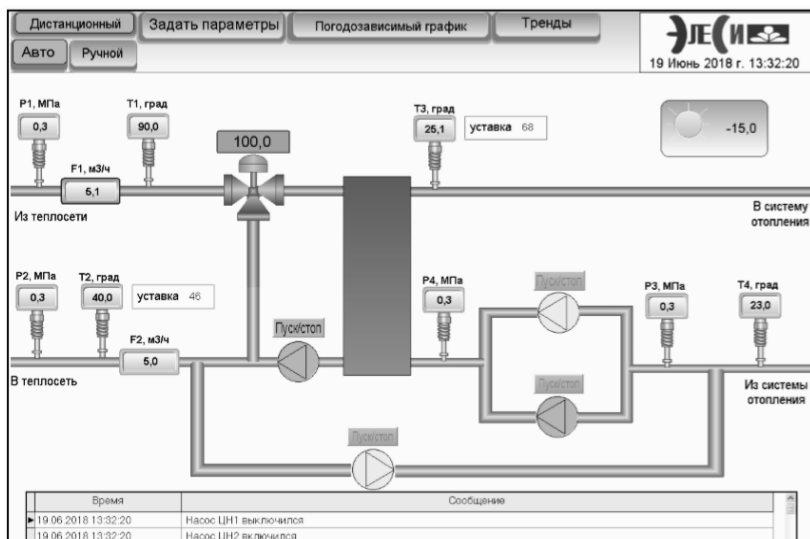


Рис. 2. Основная мнемосхема верхнего уровня

Диспетчеру теплового пункта доступны следующие функции: задание координат температурного графика, настройка параметров регулятора, ручное управление технологическим оборудованием, квитирование событий, наблюдение графиков изменения параметров технологического процесса, просмотр исторических данных за определенный период времени.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пыров В.В. Современные тепловые пункты. Автоматика и регулирование. – К.: ПДП «Такі справи», 2007. – С. 25–26.

УДК 662.927

РЕГУЛЯТОР ТЕМПЕРАТУРЫ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ НА ПРОГРАММИРУЕМОМ ЛОГИЧЕСКОМ КОНТРОЛЛЕРЕ ЭЛСИМА

К.Н. Калдар, П.А. Кириллов, И.И. Марлинов, студенты каф. КСУП
Научный руководитель А.Е. Карелин, доцент каф. КСУП, к.т.н.
г. Томск, ТУСУР, kairat.kkn@mail.ru

Описывается реализованный метод регулирования температуры системы отопления для программируемого логического контроллера (ПЛК) Элсима-M01-24P производства компании «Элеси».

Ключевые слова: регулятор температуры, система отопления, тепловой пункт, температурный график, отопительный график, программируемый логический контроллер.

Температуры воды в системе отопления должна поддерживаться в зависимости от фактической температуры наружного воздуха по температурному графику, который разрабатывается специалистами-теплотехниками проектных и энергосберегающих организаций по специальной методике для каждого источника теплоснабжения с учетом конкретных погодных условий местности. То есть температурный график является индивидуальным для каждой местности и вычисляет требуемую температуру теплоносителя для регулятора температуры [1].

Есть два способа регулирования температуры системы отопления: качественное и количественное. При качественном регулировании изменяется температура теплоносителя, а при количественном соответственно изменяется количество теплоносителя. Качественное регулирование в основном используется в теплоцентралях, количественное – в системах отопления зданий.

На рис. 1 представлен программируемый логический контроллер «Элсима-M01-24P».

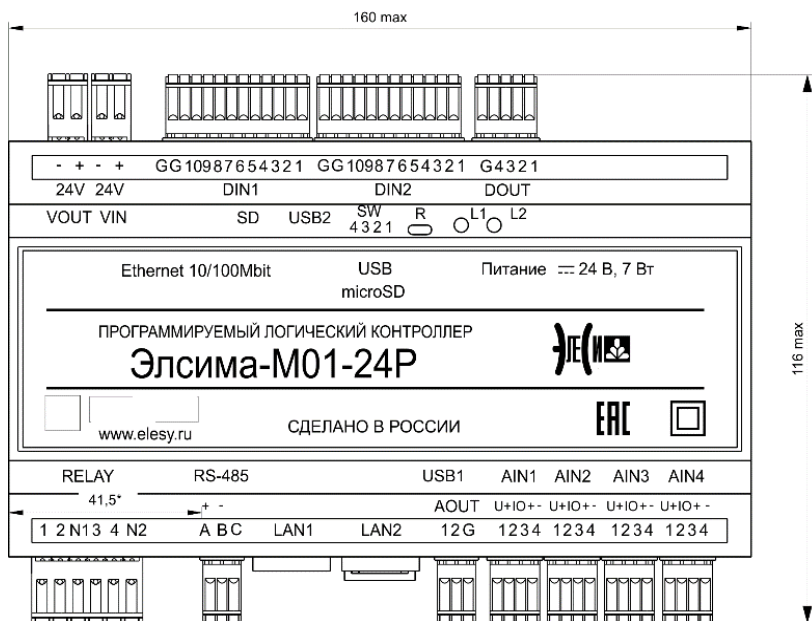


Рис. 1. Программируемый логический контроллер «Элсима-M01-24P»

Для программируемого логического контроллера «Элсима-M01-24P» реализовано прикладное программное обеспечение на языке ST (Structured text) стандарта МЭК 61131-3, в котором реализованы: регулирования температуры теплоносителя по температурному графику

отопления, защита системы отопления от превышения температуры обратной воды, управление насосами циркуляции и их ротация по таймеру, управление насосом подпитки системы отопления, фиксация аварий насосов, контроль утечки теплоносителя системы отопления, контроль выхода параметров теплоносителя за пределы допустимого значения.

В прикладном программном обеспечении задаются два графика:

- график зависимости температуры отопления от температуры наружного воздуха $T_{\text{отоп}} = f(T_{\text{наруж}})$, который вычисляет уставку $T_{\text{отоп.уст}}$;
- график зависимости температуры теплоносителя обратного трубопровода от температуры наружного воздуха $T_{\text{обр}} = f(T_{\text{наруж}})$, который вычисляет уставку $T_{\text{обр.уст}}$.

Оба температурных графика задаются координатами точек А и В.

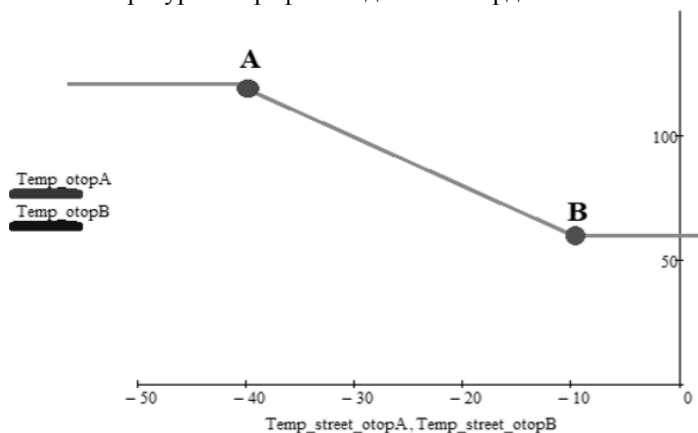


Рис. 2. Пример графика $T_{\text{отоп}} = f(T_{\text{наруж}})$

В том случае если текущая уличная температура меньше величины координаты точки А, соответствующей оси температуры наружного воздуха, то величина $T_{\text{обр.уст}}$ задается равной координате точки А, соответствующей оси температуры отопления. Если текущая уличная температура больше величины координаты точки В, соответствующей оси температуры наружного воздуха, то величина $T_{\text{обр.уст}}$ задается равной координате точки В, соответствующей оси температуры отопления. Для температурного графика зависимости $T_{\text{обр}} = f(T_{\text{наруж}})$ все аналогично, он нужен для защиты системы от завышения температуры обратной воды, которая возвращается в теплоцентральный.

Если температура обратной воды внешнего контура превысит значение $T_{\text{обр.уст}}$, которая вычисляется температурным графиком

$T_{\text{обр}} = f(T_{\text{наруж}})$, то $T_{\text{обр.уст}}$ для регулятора температуры задается по формуле (1), переходя в режим защиты от превышения обратной воды:

$$T_{\text{отоп.уст}} = T_{\text{обр.уст}} - \Delta, \quad (1)$$

где Δ – величина коррекции уставки температуры отопления.

Фиксировать аварии, утечки и сигналы сухого хода требуется для предотвращения негативных последствий. При получении сигнала аварии циркуляционных насосов и насосов подпитки контроллер фиксирует флаг возникновения аварии. Автоматический запуск насосов при установленном флаге аварии не выполняется.

При включенном автоматическом режиме функционирования обеспечивается попеременная работа насосов циркуляции по таймеру. Для задания времени работы циркуляционных насосов в данной программе используется таймер. При аварии одного из насосов запускается второй и остается включенным, пока не будет устранена причина аварии и не будет сброшен сигнал аварии оператором.

Насос подпитки в данной системе включается только в том случае, если давление в системе отопления стало ниже уставки, задаваемой оператором. После включения насоса подпитки запускается таймер, который считает определенное время. Если после окончания счета таймера давление в системе не достигло уставки, то фиксируется утечка и выключаются все насосы.

ЛИТЕРАТУРА

1. ЖКХ в России.рф [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://xn--b1ahhahznja9a.xn--p1ai/spravochnik-zhkh/178-temperaturnyj-grafik-sistemy-otopleniya> (дата обращения: 15.02.2019).

УДК 681.518.5

СИМУЛЯТОР ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ «АСОPOS INVERTER P74» НА БАЗЕ КОНТРОЛЛЕРА V&R X20

Ф.В. Попелев, магистрант каф. КСУП

Научный руководитель Н.Ю. Хабибулина, доцент каф. КСУП, к.т.н.

г. Томск, ТУСУР, каф. КСУП, popelev.fedor@gmail.com

Посвящена созданию программного обеспечения – симулятору технологического процесса вращения ротора с помощью частотного преобразователя.

Ключевые слова: симулятор технологического процесса, АСУ ТП, контроллер, Частотный преобразователь, энкодер.

При разработке программ для автоматизации управления технологическим процессом не всегда есть возможность тестирования на реальном технологическом объекте. А если и есть, то отладка про-

граммы может повлечь большие финансовые убытки вследствие работы неправильного алгоритма.

Для того чтобы провести функциональное тестирование (правильность работы разработанных алгоритмов) прототипа программы АСУ, необходимо производить тестирование ПО, управляя моделью технологического процесса (ТП) [1].

На промышленных предприятиях для управления насосами, роторами, конвейерами, заслонками, вентиляторами используют преобразователи частоты (ПЧ). Поэтому задачей данного проекта является создание симуляции технологического процесса управления вращением ротора с помощью частотного преобразователя.

На рис. 1 приведен общий вид разработанной системы.



Рис. 1. Общий вид

Данная система разработана на базе контроллера B&R X20 System. В качестве симулируемого частотного преобразователя был выбран ПЧ Асорос Р74 с драйвером Cia402 [2]. Работа драйвера представится как конечный автомат состояний, переходы между которыми происходят при получении слова управления с управляющего контроллера (рис. 2).

Была спроектирована электрическая схема управления вращением ротора с накладываемым тормозом и реализована как компьютерная модель.

Экран управления симулятором приведен на рис. 3. Он позволяет управлять ПЧ в локальном режиме, питанием сети 220 и 24 В, контакторами и реле, отслеживать состояние ПЧ.

Симулятор ПЧ реагирует на слова управления точно так же, как и его реальный прототип. Он генерирует слова состояния диагностики ТП: текущее напряжение и ток, вращающий момент и уставку скоро-

сти. ПЧ отслеживает события в электрической цепи: перенапряжение, потерю фазы питания двигателя, короткое замыкание в цепи управления и др.

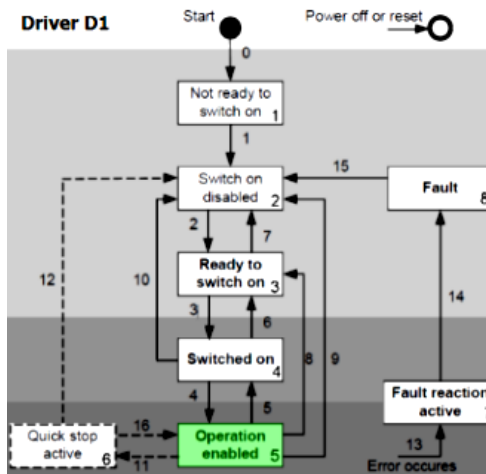


Рис. 2. Экран состояния ПЧ

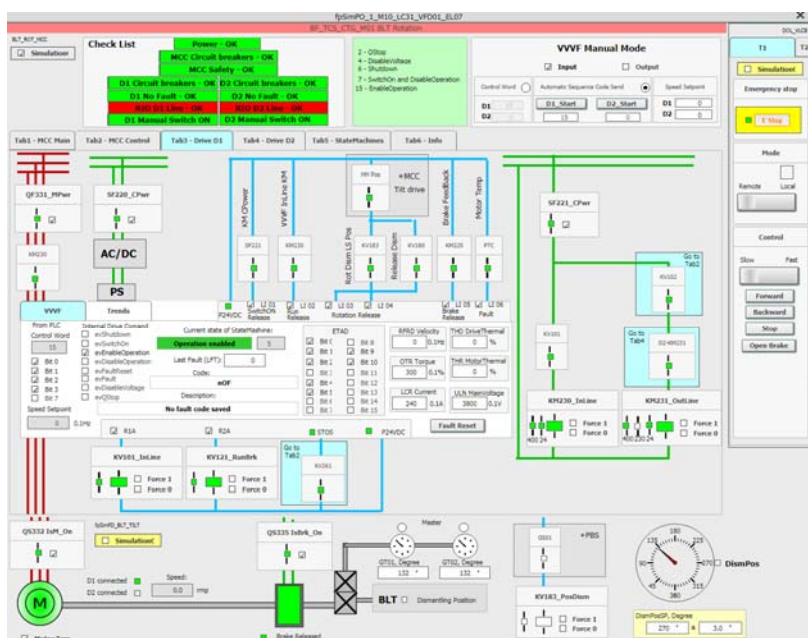


Рис. 3. Экран оператора для управления симулятором

Также была реализована симуляция энкодера для отслеживания вращения ротора. На рис. 4 приведены тренды положения энкодера в зависимости от уставки скорости преобразователя частоты.

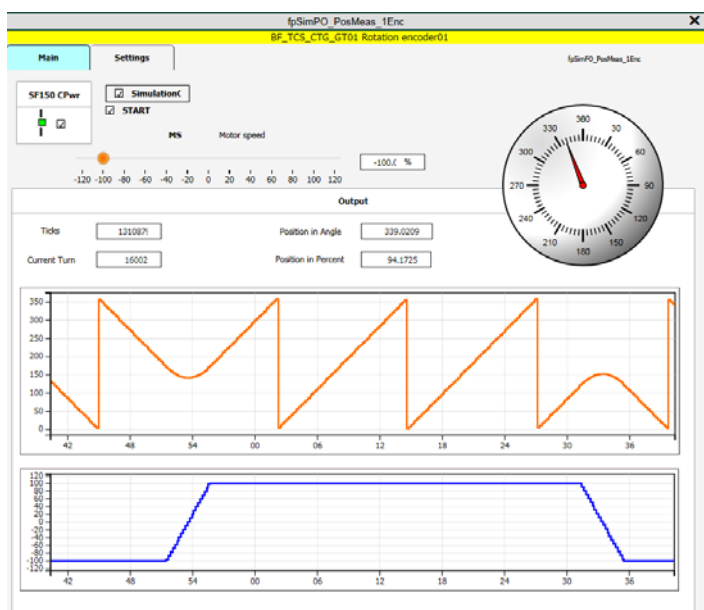


Рис. 4. Экран контроля положения энкодера

В результате проделанной работы был разработан симулятор технологического объекта, позволяющий протестировать разработанные алгоритмы управления технологическим процессом. Симулятор ТО позволяет сократить время функциональных и интеграционных тестов, что положительно сказывается на общем объеме пусконаладочных работ [3].

Также данный симулятор упрощает обучение технического персонала на объекте заказчика, так как можно эмулировать нештатные ситуации, не рискуя жизнями людей и работоспособностью оборудования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Официальный сайт компании Honeywell [Электронный ресурс]. – URL: honeywellprocess.com/ (дата обращения: 06.02.2019).
2. Официальный сайт компании B&R [Электронный ресурс]. – URL: br-automation.com (дата обращения: 10.02.2019).
3. Официальный сайт компании Siemens [Электронный ресурс]. – URL: siemens.com/ (дата обращения: 06.02.2019).

ОБЗОР ТИПОВ ЯЗЫКОВ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

А.С. Журавлев, студент каф. защиты информации

Научный руководитель К.Ю. Никольская, ст. преп.

каф. системного программирования ЮУрГУ

г. Челябинск, ЮУрГУ, ww970@inbox.ru

Приведена классификация типов в настоящее время актуальных языков программирования, в частности, процедурных, логических, функциональных. Кратко изложен принцип работы. Отмечены основные особенности каждого из них. А также приведен обзор новых языков программирования для квантовых компьютеров.

Ключевые слова: процедурный, логический, функциональный языки программирования, отличительные особенности.

С точки зрения принципов программирования языки программирования можно разбить на 3 группы:

- а) процедурные,
- б) функциональные
- в) логические.

Основой всех языков программирования являются процедурные языки, поскольку в основе работы компьютера (центрального процессора) на самом низком уровне лежит возможность исполнять только примитивные команды, явно указывающие конкретные действия процессору. Языки других типов можно рассматривать как надстройки над процедурными языками программирования. В этих языках (функциональные и логические) заложены и реализованы определенные математические модели, позволяющие более эффективно выполнять некоторые специфические типы задач. Однако трансляторы (компиляторы), библиотеки и другие средства этих языков программирования все равно реализованы посредством процедурных языков программирования.

Процедурные (императивные) языки программирования. Программа состоит из последовательности императивных команд (явно задающих необходимые для выполнения преобразования данных). Данные хранятся в виде переменных. Процедурное (императивное) программирование является отражением архитектуры традиционных ЭВМ, которая была предложена Фон Нейманом в 1940-х годах. Теоретической моделью процедурного программирования служит алгоритмическая система под названием машина Тьюринга.

Программа на процедурном языке программирования состоит из последовательности операторов (инструкций), задающих процедуру

решения задачи. Основным является оператор присваивания, служащий для изменения содержимого областей памяти. Концепция памяти как хранилища значений, содержимое которого может обновляться операторами программы, является фундаментальной в императивном программировании.

Выполнение программы сводится к последовательному выполнению операторов с целью преобразования исходного состояния памяти, т.е. значений исходных данных, в заключительное, т.е. в результаты. Таким образом, с точки зрения программиста имеются программа и память, причем первая последовательно обновляет содержимое последней.

Процедурный язык программирования предоставляет программисту возможность определять каждый шаг в процессе решения задачи. Особенность таких языков программирования состоит в том, что задачи разбиваются на шаги и решаются шаг за шагом. Используя процедурный язык, программист определяет языковые конструкции для выполнения последовательности алгоритмических шагов.

Примерами процедурных языков являются Паскаль, Си, C++.

Логические языки программирования. Языки программирования данного типа основываются на формальной логике и булевой алгебре. Программа не содержит в себе явных алгоритмов, задается описание условий задачи и логических соотношений, по которым система программирования строит дерево вывода и находит решения задачи.

В логических языках переменные не делятся на входные и выходные, что упрощает работу с кодом. Данный язык очень хорошо подходит для создания искусственного интеллекта и при работе с данными.

Основными отличительными чертами логических языков являются простота и понятность кода, возможность использования без каких-либо вычислений, опираясь только на выражения и факты, отсутствие влияния выбранного пути к реализации идеи, на результат выполнения программы.

Данный язык невозможно использовать без связки с другим, если целью является создание более сложных программ с большим функционалом.

Примерами логических языков программирования являются Prolog, Mercury, Visual Prolog.

Функциональные языки программирования. Функциональное программирование основывается на использовании списков и функций. Допускается полное отсутствие переменных.

Основной особенностью функционального программирования, определяющей как преимущества, так и недостатки данной парадигмы, является то, что в ней реализуется модель вычислений без состояний. Императивная программа на любом этапе исполнения имеет состояние, совокупность значений всех переменных и производит побочные эффекты, в то время как функциональная программа в целом и каждая ее часть не имеют состояния и побочных эффектов не производят. То, что в императивных языках делается путём присваивания значений переменным, в функциональных достигается путём передачи выражений в параметры функций. Непосредственным следствием становится то, что функциональная программа не может изменять уже имеющиеся у неё данные, а может лишь порождать новые путём копирования и/или расширения старых. Следствием того же является отказ от циклов в пользу рекурсии.

Привлекательная сторона вычислений без состояний – повышение надёжности кода за счёт чёткой структуризации и отсутствия необходимости отслеживания побочных эффектов. Любая функция работает только с локальными данными и работает с ними всегда одинаково, независимо от того, где, как и при каких обстоятельствах она вызывается.

Ещё одним преимуществом функциональных программ является то, что они предоставляют широчайшие возможности для автоматического распараллеливания вычислений. Поскольку отсутствие побочных эффектов гарантировано, при любом вызове функции всегда допустимо параллельное вычисление двух различных параметров – порядок их вычисления не может оказать влияния на результат вызова.

Примерами функциональных языков программирования являются Лисп, Haskell, Scala.

У каждого из вышеперечисленных языков программирования имеются как преимущества, так и недостатки, поэтому невозможно определить, какой из них является идеальным. Решающим фактором при выборе языка программирования является то, для какой задачи он будет использоваться. Разумеется, опытному программисту необходимо владеть множеством языков разных типов, для решения задач любой сложности в различных сферах.

Квантовые компьютеры все больше стали проникать в современное общество. В январе 2019 г. компания IBM представила квантовый компьютер, который относится к категории «коммерческий». Мощность системы составила 20 кубитов. Это означает, что в скором времени такие компьютеры смогут позволить себе все больше и больше предприятий. Квантовый компьютер – это не обычный компьютер в

своем понимании. Для него необходим свой собственный язык программирования. На данный момент несколько компаний только начали разработку подобных языков программирования.

Компания IBM работает в направлении создания универсальных квантовых компьютеров, в рамках этого проекта, имеющего название IBM Q, уже были выпущены некоторые программные инструменты и программные интерфейсы, объединенные в виде сервиса IBM Quantum Experience.

На конференции Ignite 2017 компания Microsoft анонсировала свой язык программирования, который позволит программировать кубиты и взаимосвязи между ними при помощи явлений квантовой запутанности и суперпозиции.

На данный момент создание нового языка программирования для квантовых компьютеров является одним из самых перспективных направлений в этой области.

Статья выполнена при финансовой поддержке Правительства РФ (Постановление № 211 от 16.03.2013 г.), соглашение № 02.A03.21.0011.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пратт Т., Зелковиц М. Языки программирования: разработка и реализация. – 4-е изд. – СПб.: Питер, 2003.
2. Адаменко А., Кучуков А. Логическое программирование и Visual Prolog (с CD). – СПб.: БХВ-Петербург, 2003.
3. Городняя Л.В. Основы функционального программирования: курс лекций. – М.: Интернет-университет информационных технологий, 2004.
4. Джарратано Дж., Райли Г. Процедурное программирование // Экспертные системы: принципы разработки и программирование: пер. с англ. – М., 2006.
5. Душкин Р.В. Функциональное программирование на языке Haskell. – М.: ДМК-Пресс, 2006.

СЕКЦИЯ 4

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

ПОДСЕКЦИЯ 4.1

МЕТОДЫ И СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ. ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

*Председатель – Шелупанов А.А., ректор ТУСУРа,
директор ИСИБ, д.т.н., проф.;*
зам. председателя – Конев А.А., доцент каф. КИБЭВС, к.т.н.

УДК 004.056.52

ВЫЯВЛЕНИЕ УЯЗВИМОСТЕЙ БЕСПРОВОДНЫХ УСТРОЙСТВ IoT С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ORANGE Pi

Т.С. Косаченко, студентка каф. БИС

*Научный руководитель Д.С. Никифоров, аспирант каф. КИБЭВС
г. Томск, ТУСУР, nds@csp.tusur.ru*

Рассмотрена проблема безопасности IoT-систем. Рассмотрены научные публикации по данной тематике. Выявлены основные методики проектирования защищенных систем IoT. Была предложена методика проведения атаки на беспроводные устройства с использованием микрокомпьютера Orange Pi. Проведен анализ предложенной методики.

Ключевые слова: Internet of Things, безопасность, уязвимость, Orange Pi, беспроводные устройства, IoT-система, микрокомпьютер, угроза.

Internet of Things (IoT) – это устройства, которые, используя сенсоры, собирают информацию о владельцах, взаимодействуют друг с другом, получая и обмениваясь информацией.

Данная концепция включает в себя все: от мобильных телефонов, наушников, фитнес-браслетов, бытовых приборов, машин и т.д. Отношения будут не только между людьми–людьми, людьми–вещами, но и вещами–вещами.

Согласно оценкам консалтинговой компании International Data Corporation (IDC), к 2020 г. в мире будет приблизительно 30 млрд

подключённых к сети устройств, поскольку данные устройства окружают людей и собирают информацию о их владельцах. Данная информация должна защищаться существующими законами о защите информации. Следовательно, возникает необходимость в защите данных устройств.

В связи с увеличением спроса на устройства IoT были рассмотрены научные публикации с представленными методами проектирования данных систем.

В первой статье [1] анализируются уязвимости, связанные с наличием аппаратных троянов в cyber-physical system (CPS). Автор предполагает, что система IoT не отличается от CPS, которая состоит от крупномасштабной сети с внедренными узлами. Умные дома, умные города и интеллектуальные сетки и счетчики являются примерами CPS на основе IoT, которые служат главной целью в случае кибератаки.

Во второй статье [2] предлагается архитектура инфраструктуры по обеспечению безопасности бытовых устройств в умном доме. Она состоит из модуля интеллектуального устройства, модуля целостности устройства, обязательной системы контроля доступа и инфраструктуры защиты целостности устройства.

Модуль целостности контролирует все модули устройства, которые могут работать только тогда, когда у них есть подпись производителя. Структура контроля доступа выполняет управление доступом для всех запущенных модулей. Основа защиты целостности устройства имеет список подписанных модулей и сохранённые значения хэша. Сравнивая их, он проверяет наличие подписи изготовителя.

В статье [3] развертывания системы интеллектуального домашнего управления система состоит из трех основных компонентов: интеллектуальный домашний шлюз, система управления, работающая в облаке оператора сети, и мобильное устройство, действующее как интерфейс для управления.

Система управления расположена в помещении оператора сети. Основная роль системы управления заключается в управлении работой шлюза. Он отвечает за настройку и обновление прошивки шлюза, следовательно, оператор сети может удаленно добавлять поддержку новых коммуникационных интерфейсов между шлюзом и устройствами. Кроме того система управления обеспечивает аутентификацию пользователя, а также хранит информацию об уровнях доступа, назначенных конкретными устройствами пользователем системы. Это позволяет обнаружить несанкционированный доступ к сети.

И в заключительной статье [4] рассматривается платформа управления информацией об угрозах в среде IoT. Она состоит из сис-

темы сбора информации об устройстве, системы анализа информации об уязвимостях и системы обмена информацией об угрозах.

Данная платформа работает по следующему принципу. Система сбора данных проверяет устройства, подключенные к Интернету, и собирает подробную информацию о них. Затем система анализа сопоставляет и анализирует информацию об уязвимости относительно отсканированных устройств, полученных от системы сбора.

В результате проведенного анализа научной литературы можно выделить следующие актуальные проблемы IoT:

- нет стандартизации архитектуры и протоколов;
- отсутствие поддержки со стороны производителя для устранения уязвимостей;
- слабая аутентификация (стандартные учетные записи от производителя);
- использование незащищенных мобильных технологий;
- использование незащищенной облачной структуры;
- использование небезопасного ПО;
- нет сертификации устройств.

Из всего вышесказанного, можно сделать вывод, что проблема безопасности Интернета вещей остается актуальной в настоящее время.

Была предложена методика для проведения анализа защищенности IoT-системы с использованием Orange Pi, состоящая из следующих этапов (рис. 1):

- запуск сканера на наличие IoT-устройств в сети;
- обращение к базе уязвимостей, например MITRE или Rapid7;
- изучение подробности о найденных уязвимостях, чтение документации;
- подключение к устройству, перехват информации.

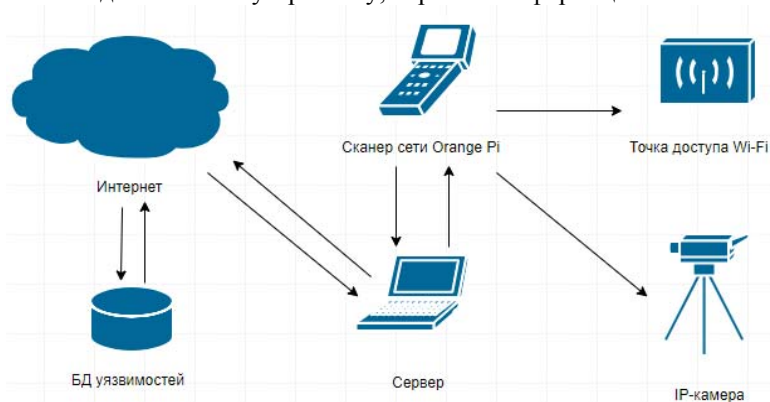


Рис. 1. Методика проведения атак на устройства IoT

Были выявлены следующие уязвимости исследуемой системы IoT:

- слабая аутентификация точки доступа (WPA);
- стандартные пароли;
- взломано одно устройство в сети – получен контроль над всей сетью.

В результате проведенного эксперимента были выявлены следующие недостатки разработанной методики:

- сканирование сети с использованием Orange Pi было приблизительно в 3 раза дольше, чем это было произведено с сервера, однако было произведено за 15,67 с, что соответствует требованиям к программной части;
- большее время для брутфорс-пароля на точку доступа, для уменьшения затраченного времени было решено отправлять переключенный хэндшейк на сервер;
- для подключения к БД-уязвимостям необходимо подключение к Интернету.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках базовой части государственного задания ТУСУР на 2017–2019 год (проект №2.8172.2017/8.9).

ЛИТЕРАТУРА

1. Surveying the Hardware Trojan Threat Landscape for the Internet-of-Things [Электронный ресурс]. – 2018. – <https://rd.springer.com/article/10.1186/s13673-017-0087-4#Sec27> (дата обращения: 15.09.2018).
2. An enhanced security framework for home appliances in smart home [Электронный ресурс]. – 2017. – URL: <https://rd.springer.com/article/10.1186/s13673-017-0087-4#Sec27> (дата обращения: 20.09.2018).
3. Deployment of smart home management system at the edge: mechanisms and protocols [Электронный ресурс]. – 2018. – URL: <https://rd.springer.com/article/10.1007/s00521-018-3545-7#Sec17> (дата обращения: 29.09.2018).
4. Management platform of threats information in IoT environment [Электронный ресурс]. – 2017. – URL: <https://rd.springer.com/article/10.1007/s12652-017-0581-6#Sec2> (дата обращения: 25.10.2018).

**ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМА НЕРАВНОМЕРНОГО
ВСТРАИВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ В ЦИФРОВЫЕ
ИЗОБРАЖЕНИЯ С ВЫДЕЛЕНИЕМ КОНТУРОВ ОБЪЕКТОВ**

*А.В. Смокотина, Д.И. Исаков, Е.А. Чистякова, студенты;
А.С. Мельман, аспирант каф. БИС*

*Научный руководитель О.О. Евсютин, доцент каф. БИС, к.т.н.
г. Томск, ТУСУР, каф. БИС, den.zizdo@gmail.com*

Изучен алгоритм цифровой стеганографии в изображении и последующее его усовершенствование.

Ключевые слова: стеганография, цифровые изображения, метод LSB.

В данной работе объектом исследования является модифицированный алгоритм встраивания в контуры объектов на изображении. За основу был взят алгоритм [1], основанный на методе LSB.

Классический метод LSB представляет собой замещение наименее значимого бита пикселя битом сообщения. Он обеспечивает высокую ёмкость при низкой вычислительной сложности. Однако отличия пикселей измененного изображения от пикселей исходного могут быть замечены невооруженным глазом. Для избавления от описанного недостатка были предложены различные модификации метода.

Алгоритм [1] построен на методе LSB и позволяет максимально использовать все пиксели исходного изображения для сокрытия данных. В данном методе в пиксели встраивается различное количество бит. Это количество зависит от того, является ли пиксель контуром или не является. Для не являющихся контурами пикселей встраивается меньшее количество бит по сравнению с контурными пикселями. Благодаря разной длине встраиваемой информации, статистический анализ становится затруднителен. Целью работы является исследование и модификация алгоритма [1].

При встраивании для нахождения контуров используется модифицированное исходное изображение, в котором 5 последних битов каждого пикселя были заменены на 0. В результате контуры исходного и модифицированного изображения схожи, и нет необходимости в хранении информации о контурах, тем самым увеличивается доступный объем хранимой информации.

Для извлечения информации в конечном изображении значения 5 последних битов пикселя заменяются на 0, значения 3 начальных битов остаются неизменными, далее проводится операция обнаружения контуров в результате чего подтверждается соответствие контуров между модифицированным и конечным изображениями. При исполь-

зовании количества последних битов больше трех изменения в изображении при сравнении с исходным заметны человеческим глазом.

По результатам анализа алгоритма было принято решение сделать следующие модификации:

- замена значений 5 последних битов каждого пикселя контейнера на 0 не производится, вместо этого происходит замена на 0 значений двух битов красного, двух битов зеленого и четырех битов синего канала пикселя для вмещения в одном пикселе одного символа;

- из предыдущего пункта следует, что в каждом пикселе изображения заменяется максимум один байт информации, что позволяет сделать разницу исходного и выходного изображений минимальной;

- основная информация о параметрах изображения хранится в первых четырех пикселях изображения для удобства извлечения служебной информации для программы.

В модифицированном алгоритме пиксель изображения разбивается на R, G и B, в каждый из которых встраивается определённый параметр в зависимости от принадлежности пикселя к контурам.

Работа алгоритма происходит следующим образом. На основе исходного изображения происходит построение бинарной матрицы контуров [2], где значение 1 обозначает признак контура данного пикселя, 0 – отсутствие признака контура. Матрица контуров представлена на рис. 1. Далее происходит встраивание информации в пиксели с учетом параметров встраивания путем соотнесения пикселей исходного изображения с данными бинарной матрицы контуров.

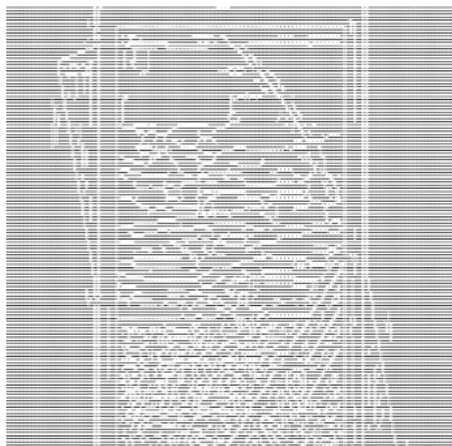


Рис. 1. Бинарная матрица контуров

Исследование полученной модификации исходного алгоритма производилось путём подсчёта пикового отношения сигнала к шуму (PSNR). Целью тестирования являлось определение качества изображения в зависимости от объёма встраиваемой информации.

Тестирование проводилось для 6 разных изображений размером 256×256 пикселей формата BMP, с заполняемостью 5, 10, 20, 35, 50, 65, 80 и 100%. В таблице представлены значения PSNR при фиксированных процентах ёмкости.

Результаты вычислительных экспериментов (дБ)							
Ёмкость	Тест 1	Тест 2	Тест 3	Тест 4	Тест 5	Тест 6	Среднее
5%	47,02	48,52	52,50	43,07	51,31	41,51	47,32
10%	44,02	47,23	50,98	40,77	46,70	38,77	44,74
20%	41,47	43,74	46,68	38,57	43,80	36,24	41,75
35%	39,46	41,76	44,85	36,65	41,91	34,52	39,86
50%	38,03	40,42	43,43	35,33	40,39	33,70	38,55
65%	36,78	39,44	42,56	34,36	39,24	32,90	37,55
80%	35,71	38,47	41,69	33,61	38,45	31,89	36,64
100%	34,70	37,58	40,31	32,36	37,58	30,54	35,51

По полученным результатам с последующим сравнением с результатами исходного алгоритма был сделан вывод, что модификация алгоритма не понизила его производительность и, более того, повысила удобство пользования. Для каждого из изображений PSNR не переходит границы в 30 дБ на 100 процентах заполнения.

Таким образом, качество изображения остается на хорошем уровне, значение PSNR составляет не ниже 35 дБ. Размер изображения не изменяется, что позволяет дополнительно скрывать информацию. Благодаря данному методу, можно передавать большие объёмы информации в одном изображении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Chen W.-J. High payload steganography mechanism using hybrid edge detector / W.-J. Chen, C.-C. Chang, T. Hoang Ngan Le // Expert systems with Applications. – 2010. – Is. 37. – P. 3292–3301.
2. Chowdhury N. An efficient method of steganography using matrix approach / N. Chowdhury, P. Manna // Ij. Intelligent systems and applications. – 2012. – Vol. 1. – P. 32–38.

СТЕГАНОГРАФИЧЕСКОЕ ВСТРАИВАНИЕ ИНФОРМАЦИИ В JPEG-ИЗОБРАЖЕНИЯ С ИМИТАЦИЕЙ ИСКАЖЕНИЙ НЕСТЕГАНОГРАФИЧЕСКОГО ХАРАКТЕРА

А.В. Кравченко, студент; А.С. Мельман, аспирант каф. БИС

Научный руководитель О.О. Евсютин, доцент каф. БИС

г. Томск, ТУСУР, svhelpp@gmail.com

Рассматривается алгоритм стеганографического встраивания информации в JPEG-изображения с имитацией искажений нестеганографического характера. В качестве имитируемого искажения взят простой цветокорректирующий фильтр. Результат вычислительного эксперимента показал, что простой генетический алгоритм помогает минимизировать отклонения статистических признаков изображений при встраивании информации, однако требует модификаций для большего приближения к целевым значениям.

Ключевые слова: стеганография, генетический алгоритм, признаки изображения, JPEG, нестеганографическое искажение.

Цифровая стеганография является одним из современных направлений информационной безопасности. Методы цифровой стеганографии служат для обеспечения конфиденциальности информации за счет ее незаметной передачи внутри цифровых объектов. В данной работе рассматривается направление цифровой стеганографии, посвященное встраиванию информации в сжатые цифровые изображения.

Целью большинства исследований в области цифровой стеганографии является уменьшение искажений при встраивании. Разные исследователи предлагают разные подходы. В современных работах рассматриваются такие методы, как маскировка встраивания информации под шум сенсора камеры [1], нахождение пространства встраивания информации с помощью нескольких снимков одной сцены [2], изменение значений ДКП-коэффициентов изображения путем воздействия на пиксели [3] и т.д. В данной работе предлагается подход, заключающийся в имитации искажений нестеганографического характера. Данный подход является новым и ранее не исследовался. Он предлагается как развитие работы [4], в которой было показано, что обработка цифровых изображений нестеганографического характера значительно повышает число ошибок, допущенных при классификации таких изображений при использовании наивного байесовского классификатора.

Популярным примером преобразования цифровых изображений нестеганографического характера является применение простых цветокорректирующих фильтров, предлагаемых приложениями для обмена фотографиями и социальными сетями.

В свою очередь, наиболее популярным приложением, предлагающим пользователям возможность обработки цифровых изображений, является Instagram. Для экспериментов был выбран фильтр Clarendon, который предлагается пользователям первым при размещении фотографии в сервисе. Ввиду того, что упомянутое приложение имеет закрытый программный код, далее использовался пресет [5] для Adobe Lightroom, имитирующий выбранный фильтр.

Для выявления признаков цифровых изображений, указывающих на преобразования изображений нестеганографического характера, была сформирована выборка из 30 тестовых JPEG-изображений разрешением 512×512 пикселей из базы USC-SIPI ID [6]. Далее на каждое изображение из выборки был наложен выбранный ранее фильтр.

В качестве признаков цифровых изображений были взяты признаки $X_1 - X_{15}$ и $X_{26} - X_{43}$ из работы [4]. Кроме того, в настоящем исследовании были введены следующие признаки: X_{44} – симметричность гистограммы ДКП-коэффициентов; X_{45} – гладкость гистограммы ДКП-коэффициентов и $X_{46} - X_{51}$ – функционалы на основе гладкости данной гистограммы.

$$X_{44} = \frac{En_{|r|>0}}{En_{|r|<0}}, \quad (1)$$

где $En_{|r|>0}$ – значение энергии АС-коэффициентов, абсолютная величина которых больше 0.

$$X_{45} = h \frac{\quad}{-127, 127}, \quad (2)$$

где $h \frac{\quad}{i,j}$ – число аномалий в гистограмме изображения на промежутке значений АС-коэффициентов от i до j . Аномалией считается ситуация, когда количество АС-коэффициентов, равных по модулю x , превышает количество АС-коэффициентов, равных по модулю y , причем $x > y$.

$$X_{46,...,X_{51}} = \left\| h \frac{\quad}{-127, -127+k}, \dots, h \frac{\quad}{127-k, 127} \right\|_{L1}, \quad (3)$$

где $h \frac{\quad}{i,j}$ – число аномалий в гистограмме изображения на промежутке значений АС-коэффициентов от i до j , а $k = \{4, 8, 16, 32, 64, 128\}$.

Значения указанных признаков были рассчитаны для каждого изображения, после чего для каждой выборки были получены математическое ожидание и разброс значений.

Предлагаемый подход был реализован применительно к алгоритму на основе операции замены с применением оптимизации из [7]. Для оптимизации в данном алгоритме используется генетический алгоритм, который служит для выбора в каждом блоке оптимальных

коэффициентов для встраивания информации. Целевой функцией для алгоритма в настоящей работе служит следующая формула:

$$f = \sum_{i=1}^n k \Delta x_i, \quad (4)$$

где n – количество признаков изображения; k – весовой коэффициент признака, а Δx_i – отклонения значения признака от математического ожидания соответствующего признака целевой выборки изображений.

Таким образом, признаки результирующего изображения со встроенной информацией должны приблизиться к признакам изображений с наложенным на них цветокорректирующим фильтром.

Вычислительный эксперимент проводился с сообщением объемом 512 бит (32 бита являются служебными). Для встраивания были взяты 9 изображений из исходной выборки. Встраивание производилось с величиной замены 5 с плотностью 3 бита сообщения на блок изображения. Генетический алгоритм имел следующие параметры: начальная популяция – 20 особей, результат скрещивания 10 особей, количество циклов – 20.

Эксперимент проводился дважды: первый раз без учета весовых коэффициентов, второй раз – с весовым коэффициентом, получаемым по формуле

$$k_i = 1/\Delta x_i, \quad (5)$$

где Δx_i – дисперсия значений i -го критерия в выборке целевых изображений.

Для каждой из групп обработанных разными способами изображений было подсчитано математическое ожидание значений признаков для оценки эффективности алгоритма встраивания.

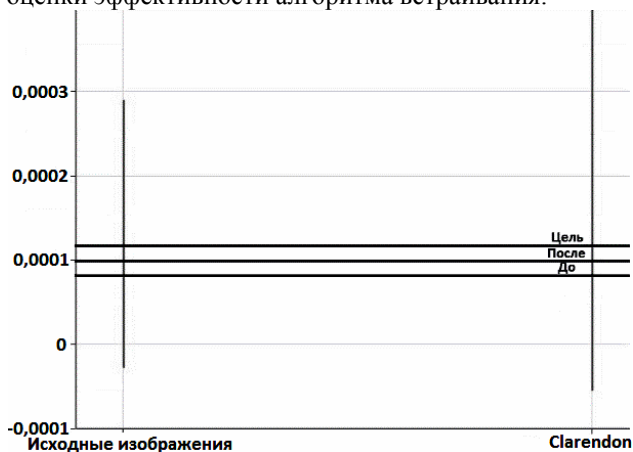


Рис. 1. Значения признака X_{40} для изображений

На рис. 1 представлены дисперсия признака X_{40} для исходных изображений (слева) и изображений с наложенным фильтром Clarendon (справа), а также целевое значение математического ожидания признака и его значения до и после встраивания сообщения.

Результаты экспериментов показали, что встраивание информации в цифровые изображения описанным образом позволяет минимизировать искажения статистических показателей, что является достоинством полученного алгоритма. Однако, среди минусов алгоритма можно отметить появление в некоторых случаях визуальных искажений изображений и недостаточное приближение к целевым значениям статистических показателей изображений.

Предполагается, что улучшению результатов могут способствовать увеличение объема встраиваемой информации и подбор более удачной величины замены и плотности встраивания. Причем задачу подбора указанных величин можно решать тем же генетическим алгоритмом. Как альтернативный вариант возможно рассмотреть применение алгоритма к уже прошедшим нестеганографическую обработку изображениям.

ЛИТЕРАТУРА

1. Natural Steganography in JPEG Compressed Images / Tomáš Denemark, Patrick Bas, Jessica Fridrich. // Electronic Imaging. – 2018.
2. Steganography with two JPEGs of the same scene / Tomáš Denemark, Jessica Fridrich // 2017 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP). – 2017. – P. 2117–2121.
3. Modification in spatial, extraction from transform: A new approach for JPEG steganography / Morteza Darvish Morshedi Hosseini, Mojtava Mahdavi // 2015 12th International Iranian Society of Cryptology Conference on Information Security and Cryptology (ISCISC). – 2015. – P. 134–140.
4. Евсютин О.О. Стегоанализ цифровых изображений с использованием наивного байесовского классификатора / О.О. Евсютин, Р.В. Мещеряков, О.О. Шумская // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2018. – № 10. – С. 11–21.
5. 50 Free Fashion Photography Lightroom Presets – CEI [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.colorexperthsd.com/blog/50-free-fashion-photography-lightroom-presets>, свободный (дата обращения: 30.09.2018).
6. SIPI Image Database [Электронный ресурс]. – URL: <http://sipi.usc.edu/database/>, свободный (дата обращения: 03.10.2018).
7. Евсютин О.О. Алгоритм встраивания информации в сжатые цифровые изображения на основе операции замены с применением оптимизации / О.О. Евсютин, А.А. Шелупанов, Р.В. Мещеряков, Д.О. Бондаренко // Компьютерная оптика. – 2017. – Т. 41, № 3. – С. 412–421. – DOI: 10.18287/2412-6179-2017-41-3-412-421

**АЛГОРИТМ СТЕГАНОГРАФИЧЕСКОГО ВСТРАИВАНИЯ
ИНФОРМАЦИИ В ДКП-КОЭФФИЦИЕНТЫ
JPEG-ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ ОПЕРАЦИИ
МНОЖЕСТВЕННОЙ ЗАМЕНЫ**

П.В. Перминов, студент каф. КИБЭВС;

А.С. Мельман, аспирант каф. БИС

Научный руководитель О.О. Евсютин, доцент каф. БИС, к.т.н.

г. Томск, ТУСУР, perminovpetr.ppv@gmail.com

Рассмотрена проблема стеганографического встраивания информации в JPEG-изображения. Предложена оригинальная схема встраивания, основанная на операции множественной замены, и разработан алгоритм, реализующий данную схему. Проведены вычислительные эксперименты с разработанным алгоритмом, показавшие, что он обеспечивает высокую эффективность встраивания для изображений независимо от контрастности и однотонности изображения.

Ключевые слова: стеганография, цифровые изображения, JPEG.

Цифровая стеганография – наука о передаче или хранении информации в электронном виде, при которых факт такого хранения или передачи сохраняется в тайне [1]. В современном мире стеганография используется для внедрения в цифровые объекты скрытой электронной подписи, внедрения цифровых водяных знаков, защиты авторских прав и собственно сокрытия данных [2].

В данном исследовании в качестве цифровых объектов, в которых скрывается информация – стегоконтейнеров, рассматриваются JPEG-изображения.

Целью работы является повышение незаметности стеганографического встраивания в сжатые JPEG-изображения путём разработки нового алгоритма встраивания, основанного на операции множественной замены.

Введём общую схему встраивания информации в сжатые JPEG-изображения на основе операции множественной замены ДКП-коэффициентов, взяв за основу схему встраивания на основе операции замены, описанную в статье [3].

Пусть изображение-контейнер содержит K блоков ДКП-коэффициентов. Пространство сокрытия представляет собой некоторую подпоследовательность последовательности всех ДКП-коэффициентов, которую обозначим $C = c_1c_2...c_L$, $L \leq 64 K$. Секретное сообщение обозначим $M = m_1m_2...m_L$, $m_i \in \{0, 1\}$, $i = \overline{1, L}$. Количество битов, встраиваемых в один блок изображения, обозначим n .

Непересекающиеся множества величин, использующихся для замены ДКП-коэффициента при встраивании в него бита сообщения, назовём множествами замен и обозначим X^0 и X^1 для встраивания нулевого бита и для встраивания единичного бита соответственно.

В таком случае схему встраивания информации в JPEG-изображения на основе операции множественной замены опишем следующей формулой, где c'_i обозначает изменённое значение ДКП-коэффициента:

$$c'_i = \begin{cases} x \in X^0, & \text{если } m_i = 0, \\ x \in X^1, & \text{если } m_i = 1. \end{cases} \quad (1)$$

Обозначим последовательность ДКП-коэффициентов изображения-контейнера, не входящих в пространство сокрытия, и введём дополнительную операцию для изменения данных коэффициентов:

$$d'_i = \begin{cases} x + r, & \text{пока } d_i \in (X^0 \cup X^1), \quad r \in \{-1, 1\}, \\ d_i & \text{в противном случае.} \end{cases} \quad (2)$$

Дополнительная компенсирующая операция необходима, чтобы при извлечении информации опираться только на ДКП-коэффициенты, значения которых принадлежат множествам замен, тем самым исключая неоднозначность извлечения.

Основное преимущество, которое даёт описанная схема встраивания, состоит в возможности выбора множеств замен произвольным образом, что может обеспечивать большую вместимость стегоконтейнера или уменьшение вносимых в JPEG-изображение искажений при встраивании информации в сравнении с существующими схемами встраивания. Данные множества могут быть сформированы на основе статистических характеристик изображения таким образом, чтобы минимизировать изменение квантованных ДКП-коэффициентов изображений при сохранении высокой ёмкости встраивания.

Опишем алгоритм, реализующий данную схему.

Вход: сообщение $M = m_1 m_2 \dots m_L$, $m_i \in \{0, 1\}$, $i = 1, L$ пустой стегоконтейнер – цифровое изображение, сжатое по методу JPEG; среднее количество встроженных битов в блок G .

Выход: заполненный стегоконтейнер, множества величин замены.

Шаг 1. Восстановить из JPEG-файла блоки квантованных ДКП-коэффициентов для трёх компонент цветового пространства YcbCr.

Шаг 2. На основании статистики распределения ДКП-коэффициентов вычислить множества замен X^0 и X^1 .

Шаг 3. Задать начальную величину максимального изменения ДКП-коэффициента $t_{\max} = 1$.

Шаг 4. Для i от 1 до N , где N – количество блоков изображения, выполнить следующее:

Шаг 4.1. Для j от 1 до 63 выполнить следующее:

Шаг 4.2. Провести замену C_i по формуле (1), если вносимое при этом изменение не превышает $t_{\max}$.

Шаг 4.3. Если вносимое изменение больше или равно $t_{\max}$, провести преобразование по формуле (2).

Шаг 5. Рассчитать среднее количество встроенных битов в блок. Если величина меньше G , увеличить $t_{\max}$ на единицу и вернуться на шаг 2.

Шаг 6. Осуществить статистическое кодирование ДКП-коэффициентов и завершить алгоритм.

Результаты работы алгоритма представлены на рис. 1.

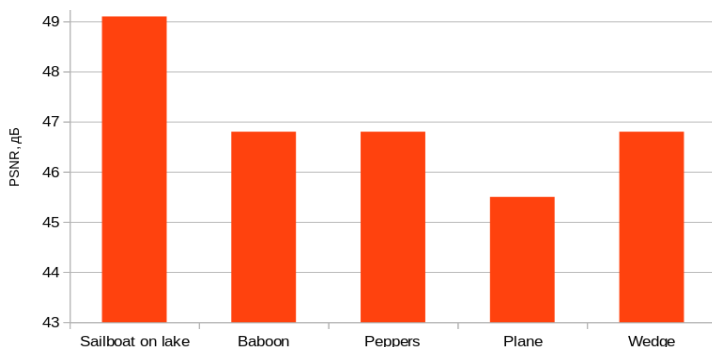


Рис. 1. Уровни PSNR при встраивании для набора изображений

Алгоритм показывает высокую эффективность встраивания (более 45 дБ) как для изображений без чётких переходов (Plane), так и для изображений с ними (Wedge), а также почти независимо от контрастности и однотонности изображения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Конахович Г.Ф. Компьютерная стеганография. Теория и практика / Г.Ф. Конахович, А.Ю. Пузыренко. – К.: МК-Пресс, 2006. – 288 с.
2. Грибунин В.Г., Костюков В.Е., Мартынов А.П., Николаев Д.Б., Фомченко В.Н. Стеганографические системы. Критерии и методическое обеспечение: учеб.-метод. пособие / под ред. В.Г. Грибунина. – Саров: ФГУП РФЯЦ-ВНИИЭФ, 2016. – С. 25–29.
3. Евсютин О.О. Алгоритм встраивания информации в сжатые цифровые изображения на основе операции замены с применением оптимизации / О.О. Евсютин, А.А. Шелупанов, Р.В. Мещеряков, Д.О. Бондаренко // Компьютерная оптика. – 2017. – Т. 41, № 3. – С. 412–421.

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЙ ДЕСТРУКТИВНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ИНФОРМАЦИЮ, ВСТРОЕННУЮ В ЦИФРОВЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ

*Г.С. Лазарев, И.А. Николаева, А.С. Кульгавая, студенты;
А.С. Мельман, аспирант каф. БИС*

*Научный руководитель О.О. Евсютин, к.т.н., доцент каф. БИС
г. Томск, ТУСУР, каф. БИС, storyteller.kas@gmail.com
Проект ГПО БИС-1701 «Стеганография»*

Исследуется влияние деструктивных воздействий на информацию, встроенную в изображения, по алгоритму, основанному на методе QIM.

Ключевые слова: стеганография, изображения, яркость, контрастность.

Задача обеспечения конфиденциальности цифровых данных является особенно актуальной в настоящее время. Стеганография занимает свою нишу в обеспечении безопасности. Существуют разные стеганографические методы. Одним из них является метод Quantization Index Modulation (QIM). Особенность QIM [1] заключается в модуляции яркости пикселей или значений частотных коэффициентов в зависимости от значений встраиваемых битов.

В настоящей работе исследование проводилось на примере алгоритма [2], основанного на методе QIM для коэффициентов дискретного косинусного преобразования (ДКП) и отличающегося безошибочным извлечением информации за счёт итеративной процедуры встраивания. Она заключается в извлечении из очередного блока содержащейся там последовательности бит и сравнении с последовательностью, встроенной в этот блок. В случае если встраиваемое сообщение отлично от извлечённого, выполняется исправление возникших ошибок путём повторного встраивания в соответствующие коэффициенты.

Целью исследования является проверка устойчивости данного алгоритма при условии, что стегоконтейнер подвергся деструктивному воздействию путём наложения на него фильтров, изменяющих яркость и контрастность изображения.

Для проведения эксперимента были взяты изображения, изначально отличающиеся уровнями яркости и контрастности. В каждое изображение встраивалось 1246 бит. На каждое изображение оказывалось одинаковое деструктивное воздействие изменения яркости и контрастности на 10 единиц за итерацию. В ходе проведения экспериментов были построены графики зависимости процентного соотношения ошибки при извлечении информации, от изменения уровня яркости или контрастности изображения (рис. 1–4).



Рис. 1. Изображение с низким уровнем яркости и контрастности



Рис. 2. Изображение с большей яркостью



Рис. 3. Изображение с меньшей яркостью и контрастностью

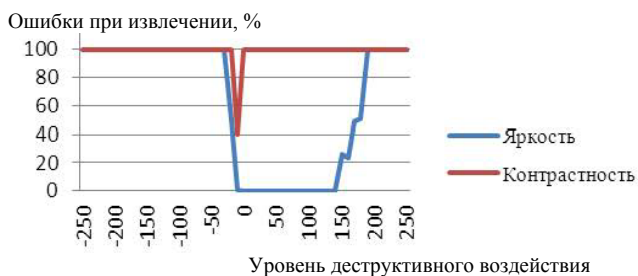


Рис. 4. Изображение с изначально высокой контрастностью

По итогам эксперимента можно сделать вывод, что деструктивное воздействие на стегоконтейнер посредством изменения контрастности влечёт за собой более существенную потерю информации, нежели при изменении яркости. Однако следует заметить, что изображение, изначально имевшее более высокий уровень яркости, при слабом воздействии фильтра яркости, теряет больше бит секретного сообщения при извлечении информации, нежели при воздействии на изначально менее яркое изображение. Так же и при воздействии на изначально контрастное изображение фильтром контрастности значительно увеличивается процент некорректно извлечённых битов.

Таким образом, было проведено исследование устойчивости информации, встроенной в изображение по алгоритму стеганографического итеративного встраивания в несжатые цифровые изображения, основанному на методе QIM, и извлекаемой из стегоконтейнера, подверженного деструктивному воздействию, путём изменения яркости и контрастности изображения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Митенки В.А. Алгоритмы встраивания информации на основе QIM, стойкие к статистической атаке / В.А. Митенки, В.А. Федосеев // Компьютерная оптика. – 2018. – Т. 42, № 1. – С. 118–127.
2. Евсютин О.О. Алгоритм встраивания информации в цифровые изображения с безошибочным извлечением, основанный на методе QIM / О.О. Евсютин, А.С. Кокурина, Р.В. Мещеряков // Труды XVI Всерос. конф. «Распределенные информационно-вычислительные ресурсы. Наука – цифровой экономике» (DICR–2017). – Россия, Новосибирск. – 2017. – С. 314–322.

СЕКЦИЯ 5

ЭКОНОМИКА, УПРАВЛЕНИЕ, СОЦИАЛЬНЫЕ И ПРАВОВЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОСТИ

ПОДСЕКЦИЯ 5.1

МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЭКОНОМИКЕ

Председатель – Мицель А.А., проф. каф. АСУ, д.т.н.;
зам. председателя – Грибанова Е.Б., доцент каф. АСУ, к.т.н.

УДК 338.45:316.422.44:338.314

РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ ОТРАСЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И УСЛУГ РОССИИ: АНАЛИЗ ДАННЫХ ЗА 2013–2017 гг.

А.А. Булыкина, магистрант НИ ТПУ

*Научные руководители: А.А. Михальчук, доцент ОМИ ШБИП
НИ ТПУ, к.ф.-м.н.; В.В. Спицын, доцент ШИП НИ ТПУ, к.э.н.
г. Томск, НИ ТПУ, anastasiya.bulykina@mail.ru
spitsin_vv@mail.ru, aamih@tpu.ru*

Целью настоящей работы является исследование динамики чистой рентабельности высокотехнологичных отраслей России в условиях неблагоприятной внешней среды и экономических санкций. Анализировалась чистая рентабельность трех выявленных закономерностей и тенденций развития (ВЭД) предприятий основных отраслей промышленности и трех ВЭД сферы услуг. Методы исследования: дисперсионный анализ и графическая визуализация данных. Результаты: установлено, что кризис 2014–2017 гг. не оказал сильного негативного влияния на рентабельность. Более 75% предприятий всех исследуемых ВЭД оставались прибыльными в годы кризиса. Выявлено существенное увеличение чистой рентабельности ВЭД 30.3 – производство летательных аппаратов, предприятия которого получают возможность сформировать средства на модернизацию и расширение производства.

Ключевые слова: высокотехнологичные отрасли промышленности, ANOVA, динамика, инновационная экономика, Россия.

Актуальность исследования обусловлена перспективой развития высокотехнологичных отраслей (видов экономической деятельности, ВЭД) и рынков высокотехнологичных продуктов и услуг в мировой экономике, а также значимостью этих отраслей для успешного экономического, технологического и социального развития стран и территорий. Кризисный период, начавшийся с 2014 г., привел к введению санкций в отношении России с ограничением ее доступа к передовым технологиям и высокотехнологичным продуктам. С другой стороны, были созданы предпосылки для реализации стратегий импортозамещения и опережающего развития (технологического рывка) за счет внутренних ресурсов.

Целью настоящей работы является исследование динамики чистой рентабельности высокотехнологичных отраслей промышленности и услуг России в условиях неблагоприятной внешней среды и экономических санкций.

Объектом исследования в настоящей работе является высокотехнологичные ВЭД России. Перечень высокотехнологичных ВЭД сформирован с учетом европейского подхода к их определению при переходе на ОКВЭД 2 (NACE Rev.2).

Выборка предприятий из информационной системы СПАРК [1] проводилась по критерию «наличие выручки в сумме не менее 100 млн руб. с учетом инфляции в каждом году из периода 2013–2017». В результате были сформированы следующие выборки предприятий по исследуемым ВЭД:

1. Высокотехнологичные ВЭД промышленности:

1.1. ВЭД 21 – производство лекарственных средств и материалов, применяемых в медицинских целях, – 176 предприятий.

1.2. ВЭД 26 – производство компьютеров, электронных и оптических изделий – 293 предприятия.

1.3. ВЭД 30.3 – производство летательных аппаратов, включая космические, и соответствующего оборудования – 55 предприятий.

2. Высокотехнологичные ВЭД сферы услуг:

2.1. ВЭД 61 – деятельность в сфере телекоммуникаций – 233 предприятия.

2.2. ВЭД 62 – разработка компьютерного программного обеспечения, консультационные услуги в данной области и другие сопутствующие услуги – 397 предприятий.

2.3. ВЭД 63 – деятельность в области информационных технологий – 129 предприятий.

2.4. ВЭД 72 – научные исследования и разработки – 552 предприятия.

В рамках настоящей работы для выявления закономерностей развития предприятий высокотехнологичных ВЭД промышленности и услуг анализируется важнейший финансовый показатель: **чистая рентабельность**. Данный показатель определяется как соотношение чистой прибыли и выручки предприятия (ЧП/В) за соответствующий год.

Методы исследования. Дисперсионный анализ использовался для тестирования гипотез о закономерностях поведении предприятий выборки согласно методикам, изложенным в [2, 3]. В связи с тем, что распределение показателя ЧП/В на уровне предприятий не соответствует нормальному закону, для тестирования гипотез по таким распределениям применялись непараметрические критерии дисперсионного анализа (Краскела–Уоллиса и Манна–Уитни для независимых выборок, Фридмана и Вилкоксона для повторных измерений), а для геометрической интерпретации – непараметрические характеристики и диаграммы размаха (точка – медиана, прямоугольник – квартильный размах, усы – полный размах).

Структура изложения результатов включает в себя два блока:

1. Анализ различий чистой рентабельности в исследуемых отраслях за 2017 г.

2. Анализ динамики ЧП/В исследуемых отраслей за 2013–2017 гг.

Результаты статистического анализа

1. Анализ различий чистой рентабельности (ЧП/В) в исследуемых отраслях за 2017 г. Показатель ЧП/В представлен на рис. 1.

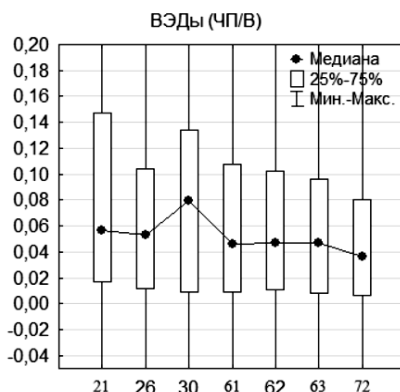


Рис. 1. Диаграмма размаха ЧП/В исследуемых отраслей за 2017 г.

По критерию Фридмана уровень значимости различий по совокупности ВЭД оценивается как статистически значимый ($p = 0,027$). Критерий Вилкоксона показывает различие между ВЭД 21 и 72 – ста-

статистически значимое ($p = 0,0348$) и между ВЭД 62 и 72 – также статистически значимое ($p = 0,0493$).

В 2017 г. более 75% предприятий всех исследуемых ВЭД были прибыльными и показали положительную рентабельность. (так как нижний квартиль больше 0). У большинства предприятий исследуемых ВЭД рентабельность невысокая и колеблется в пределах 4–6% (см. значение медианы на рис. 1). Более высокую рентабельность показывают предприятия ВЭД 30.3 – медиана 8%, однако нет статистических значимых различий этого ВЭД с другими.

2. Анализ динамики чистой рентабельности исследуемых отраслей. Результаты дисперсионного анализа по ВЭДам:

ВЭД_21, 26, 61, 62, 72. Динамика ЧП/В этих ВЭД за 2013–2017 гг. сильно значимо (по критерию Фридмана) переменная. При этом ЧП/В 2017 г. незначимо ($p > 0,05$) (по критерию Вилкоксона) отличается от 2013 г. Также в этих ВЭД присутствовали отдельные годы статистически значимого падения и роста ЧП/В.

ВЭД_30. Динамика ЧП/В за 2013–2017 гг. – статистически значимо (по критерию Фридмана) положительная (ежегодный незначимый (по критерию Вилкоксона) рост, в результате ЧП/В в 2017 г. статистически значимо выше, чем в 2013 г.).

Даже в годы кризиса прибыльными оставались более 75% предприятий всех исследуемых высокотехнологичных ВЭД. Устойчивый рост рентабельности выявлен только у ВЭД 30.3 – производство летательных аппаратов, включая космические.

Выводы

1. Анализ различий чистой рентабельности в исследуемых отраслях за 2017 г.:

- в 2017 г. более 75% предприятий всех исследуемых ВЭД были прибыльными и показали положительную рентабельность;

- у большинства предприятий исследуемых ВЭД рентабельность невысокая и колеблется в пределах 4–6%, более высокую рентабельность показывают предприятия ВЭД 30.3 – 8%, однако нет статистических значимых различий этого ВЭД с другими.

2. Анализ динамики чистой рентабельности исследуемых отраслей:

- в годы кризиса прибыльными оставались более 75% предприятий всех исследуемых высокотехнологичных ВЭД промышленности и услуг;

- устойчивый рост рентабельности выявлен только у ВЭД 30.3 – производство летательных аппаратов, включая космические, что, вероятно, говорит об активной государственной поддержке, стимулировании и финансировании данной отрасли. Предприятия ВЭД 30.3,

имея более высокую рентабельность, получают возможность сформировать средства на модернизацию и расширение производства.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках проекта РФФИ № 19-010-00927(а).

ЛИТЕРАТУРА

1. Информационный ресурс СПАРК [Сетевое издание]. – URL: <http://www.spark-interfax.ru/> <http://www.gks.ru/> (дата обращения: 03.03.2018).
2. StatSoft, Inc. Electronic Statistics Textbook. – 2013. – StatSoft: Tulsa, OK. – URL: <http://www.statsoft.com/textbook/> (дата обращения: 12.09.2017).
3. Халафян А.А., Боровиков В.П., Калайдина Г.В. Теория вероятностей, математическая статистика и анализ данных: Основы теории и практика на компьютере. STATISTICA. EXCEL. – М.: URSS, 2016. – 317 с.

УДК 621.396.41

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЦЕНТРА ОБРАБОТКИ ВЫЗОВОВ МЕТОДАМИ ТЕОРИИ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

М.В. Дегтярёва, студентка каф. ЭМИС

*Научный руководитель М.Г. Носова, доцент каф. ЭМИС, к.ф.-м.н.
г. Томск, ТУСУР, zushka.ru@mail.ru*

Разработана математическая модель работы центра обработки вызовов в виде системы массового обслуживания с неограниченным числом обслуживающих приборов, с простейшим входящим потоком заявок и фазовым временем их обслуживания. Найдены основные вероятностные характеристики.

Ключевые слова: центр обработки вызовов, call-центр, система массового обслуживания.

В настоящее время широкое распространение получили центры обработки вызовов (ЦОВ) или call-центры [1]. Данные центры принимают и обрабатывают звонки (заявки) потенциальных клиентов различных компаний. Для моделирования деятельности центров обработки вызовов часто используются системы массового обслуживания (СМО) [2].

В данной статье рассмотрим работу ЦОВ на основе модели, указанной на рис. 1. Входящие звонки клиентов в call-центр образуют простейший поток с параметром λ . Звонок, поступивший в систему, встает для обслуживания на 1-ю фазу.

Будем предполагать, что продолжительность обслуживания каждого звонка состоит из 4 фаз:

$$\tau = \tau_1 + \tau_2 + \tau_3 + \tau_4,$$

где τ_i – независимые и экспоненциально распределенные случайные величины с параметрами μ_i , характеризующими продолжительность фаз обслуживания.

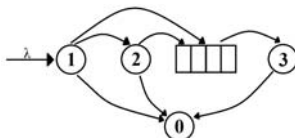


Рис. 1. Модель работы центра обработки вызовов

Фазы под номерами 1 и 2 соответствуют этапам общения клиента ЦОВ с автоинформатором. На каждом этапе автоинформатор воспроизводит голосовое меню или аудиосообщение. Продолжительность таких сообщений в среднем одинакова. Отсюда можно считать, что параметры $\mu_1 = \mu_2$, поэтому продолжительности фаз 1 и 2 равны $1/\mu_1 = 1/\mu_2$.

Обслуживание каждого входящего нового звонка начинается на первой фазе. Звонок, обслужившийся на 1-й фазе, с вероятностью p_i переходит к обслуживанию на $(i+1)$ фазу, а с вероятностью q_i на фазу 3 в очередь. Клиент, получив необходимую ему информацию, с вероятностью $(1 - p_i - q_i)$ завершает полное обслуживание и покидает систему.

Фаза 3 соответствует соединению клиента с сотрудником ЦОВ. Данная ситуация возникает в том случае, когда звонивший клиент не смог получить нужную информацию от автоинформатора.

Будем считать, что в рассматриваемой системе массового обслуживания не возникает ситуация, когда на 3-й фазе имеются свободные операторы. Клиенты, желающие соединиться с сотрудником, выстраиваются в очередь бесконечной длины.

Предположим, что продолжительность нахождения каждой заявки в очереди распределяется по экспоненциальному закону с параметром $\tilde{\mu}$, который характеризует продолжительность ожидания в очереди.

С вероятностью s звонок переходит из очереди на фазу 3 или с вероятностью $(1 - s)$ покидает очередь и завершает обслуживание в системе, не дожившись ответа оператора. Обслуживание клиента всегда завершается после фазы 3, т.е. после общения с оператором ЦОВ.

Состояние системы массового обслуживания в момент времени t определяется четырехмерным вектором

$$n(t) = \{n_1(t), n_2(t), n_3(t), m(t)\}^T,$$

где $n_i(t)$ – число клиентов, которые обслуживаются на i -й фазе в момент времени t , а $m(t)$ представляет число клиентов в очереди к оператору.

Используя методы теории массового обслуживания, были составлены и решены системы уравнений Колмогорова, определяющие распределения вероятностей числа обслуживаемых клиентов на каждой фазе обслуживания, а также найдены их средние характеристики. Таким образом, в данной работе были исследованы основные вероятностные характеристики центра обработки вызовов, а также разработана и исследована математическая модель деятельности центра обработки вызовов в виде системы массового обслуживания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жилик А.В., Кашеев В.А., Крянев А.В. Регулирование очереди в системах массового обслуживания с большим числом обслуживающих // Проблемы управления. – 2012. – № 5. – С. 41–45.
2. Росляков А.В., Самсонов М.Ю., Шibaев И.В. Центры обслуживания вызовов (Call centre). – М.: Эко-Трендз, 2002. – 272 с.
3. Клейнрок Л. Теория массового обслуживания. – М.: Книга по требованию, 2013. – 429 с.

УДК 51-74

ОЦЕНКА ПРОГНОЗНЫХ СВОЙСТВ ЦИФРОВЫХ ФИЛЬТРОВ ДЛЯ АНАЛИЗА ФИНАНСОВЫХ РЯДОВ

Ю.И. Евстигнеев, студент каф. ЭМИС

*Научный руководитель И.Г. Боровской, зав. каф. ЭМИС, д.ф.-м.н.
г. Томск, ТУСУР, gansapp@yandex.ru*

Объектом исследования являются цифровые фильтры. Цель работы – оценка прогнозных свойств методов анализа финансовых рядов.

Ключевые слова: технический анализ, технический индикатор.

На сегодняшний момент актуальным является вопрос проверки способности современных методов анализа финансовых рядов к прогнозированию.

Опираясь на вышесказанное, целью данной работы является оценка прогнозных свойств методов анализа финансовых рядов.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- 1) анализ существующих методов;
- 2) проверка их способности к прогнозированию.

В наши дни широко используется технический анализ. Его суть заключается в том, что поведение показателя цена учитывает все существенные факторы рынка [1].

Технический анализ дает огромное количество инструментов, позволяющих из графиков цен вывести полезную информацию.

Наиболее широкое использование получили цифровые методы. Они основаны на цифровой фильтрации или аппроксимации ценовых рядов.

На текущий момент одним из популярных представителей цифрового метода технического анализа является технический индикатор.

Наиболее подходящей для решения поставленных задач является торговая платформа MetaTrader, которая предоставляет несколько классических индикаторов [2]:

- скользящее среднее;
- индикатор MACD;
- и другие.

Так как анализ финансовых рядов предполагает анализ ситуации на рынке до текущего, настоящего, времени, то следует отметить, что анализ способности вышеперечисленных методов к прогнозированию необходимо осуществлять на границе текущего момента. Важным аспектом является то, что не все индикаторы приемлемо обрабатывают изменение ситуации на рынке. При поступлении новых данных некоторые индикаторы пересчитывают уже ранее полученные результаты анализа и перерисовывают итоговый график.

В таблице приведен анализ данных об ошибке процесса прогнозирования у технических индикаторов, основанных на разложении Фурье и фильтра Ходрика–Прескотта, представленные техническими индикаторами. Исследования проводились на графике цен EURUSD, период графика – один час.

Исследования проводились с постоянной длиной исторических данных, равной 2000 баров. Прогноз осуществлялся на 3 бара, после граница значений исторических данных сдвигалась на 3 бара вперед. Прогноз начинался со 150-го бара и заканчивался текущим моментом.

Сравнение методов

	Средняя ошибка	Относительная средняя ошибка
Ходрика–Прескотта	0,00126	0,111%
Фурье	0,00148	0,129%

Наглядно процесс прогнозирования можно представить в виде графика (рис. 1). Первая точка была предсказана с ошибкой 0,085% (0,00096), вторая с – 0,154% (0,00175), третья – с 0,555% (0,00632).

Исходя из результатов исследования можно сделать следующие выводы:

- применение классических методов не дает устойчивого прогнозирования финансового рынка;
- поиск метода, который бы показывал среднюю долю ошибки не больше 0,1%, остается нерешенной задачей.

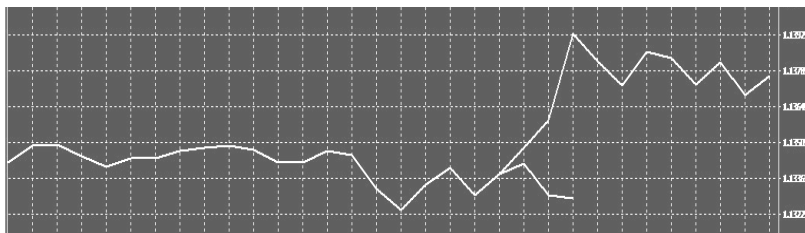


Рис. 1. Скриншот графика Ходрика–Прескотта

В этой связи в дальнейшем планируется рассмотреть иные способы прогнозирования, такие как вейвлет-преобразование и экстраполяция.

ЛИТЕРАТУРА

1. Методы технического анализа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tradexperts.ru/tehnicheskij-analiz-foreks/metody-tehnicheskogo-analiza> (дата обращения: 16.02.2019).
2. MetaTrader [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/MetaTrader> (дата обращения: 16.02.2019).

УДК 51-7

КЛАСТЕРНЫЙ АНАЛИЗ АУДИТОРИЙ ГРУПП ОНЛАЙНОВОЙ СОЦИАЛЬНОЙ СЕТИ

П.Ф. Газиева, студентка каф. АСУ

*Научный руководитель Е.Б. Грибанова, доцент каф. АСУ, к.т.н.
г. Томск, ТУСУР, polinagazieva@yandex.ru*

Дан анализ целевой аудитории групп в онлайн-социальной сети. Для исследования схожести участников групп были собраны данные пола и возраста участников. После этого данные были обработаны: была рассчитана доля участников женского и мужского пола, а также доля участников определенного возраста, после чего с помощью Евклидовой метрики была рассчитана оценка степени расхождения между группами. Такая же оценка была рассчитана с помощью кластерного анализа.

Ключевые слова: социальные сети, целевая аудитория, кластерный анализ.

В эпоху Интернета развитие своего бизнеса, ресурса для развлечений, товаров и услуг через группы в социальных сетях – самый оптимальный метод, так как огромное количество людей используют социальные сети ежедневно. Владельцы социальных групп «ВКонтакте» заинтересованы в том, чтобы привлечь как можно больше «полезных» подписчиков, т.е. заполучить свою целевую аудиторию – людей,

которые будут заинтересованы в предоставляемом товаре, контенте, услуге и т.д.

Для этого необходимо использовать грамотный таргетинг, который можно осуществлять разными способами, и один из них – размещение своей рекламы в группах, чья аудитория будет заинтересована в содержании этой рекламы. Здесь важно не просто большое количество подписчиков, а именно их «полезность». Например, если владелец разместит рекламу своей группы, чья целевая аудитория в основном – это женщины в возрасте от 25 до 50 лет, в группе, чья целевая аудитория в основном юноши от 16 до 25 лет, то становится ясно, что такая реклама навряд ли привлечет нужных подписчиков. В связи с этим можно сделать вывод, что разработка модели оценки сообществ онлайн-социальной сети является актуальной задачей.

Данная работа посвящена оценке сообществ социальных сетей и направлена на разработку модели сравнения аудиторий групп, которая поможет находить группы с наиболее подходящей с точки зрения размещения рекламы аудиторией.

Для решения задачи были собраны данные участников сообществ, в работе были использованы данные социальной сети «ВКонтакте» (собраны с помощью реализованной программы, использующей VK API), в качестве характеристик выбраны пол и возраст. Для анализа были выбраны три группы: тестовая и две исходные. Чтобы наглядно показать результаты работы метода, исходная группа и первая тестовая были выбраны юмористической направленности, а вторая тестовая – научно-популярной.

После сбора данных определялась доля участников женского и мужского пола в сообществе, а также доля участников определенного возраста. Непосредственно оценка сравнения трёх групп осуществлялась с помощью Евклидовой метрики, определяя минимальное расстояние между точками:

$$d(x, y) = \sqrt{(x_1 - y_1)^2 + (x_2 - y_2)^2 + \dots + (x_n - y_n)^2} = \sqrt{\sum_{k=1}^n (x_k - y_k)^2},$$

где x – доля участников сообщества исходной группы; y – доля участников сообщества тестовой группы.

В результате вышло, что оценка сравнения исходной группы и первой тестовой получилась 0,242731, а оценка сравнения исходной и второй тестовой – 0,421472. Мы видим, что величина оценки расхождения исходной и первой тестовой группы получилась меньше, чем исходной и второй тестовой группы, а это значит, что аудитория первой тестовой группы более соответствует аудитории исходной груп-

пы. Результаты верны, так как исходная и первая тестовая группы обе юмористической направленности.

Также был выполнен анализ методом k -средних, который осуществлялся в программе SPSS. Количество кластеров мы определили как 9 – столько же у нас возрастных интервалов. Кластеризацию выполняем по полу и возрасту участников группы. Программа показывает нам, сколько значений попало в определённый кластер. После этого была вычислена доля участников, попавших в каждый кластер:

$$p = A_1/A_2,$$

где p – доля участников, попавших в кластер; A_1 – количество участников в кластере; A_2 – общее количество участников.

Результаты вычислений представлены на рис. 1.

Доля участников, попавших в каждый кластер:			
Номер кластера	Исходная	Тестовая 1	Тестовая 2
1	0,004854	0,0045249	0,0042735
2	0,004854	0,0045249	0,0042735
3	0,004854	0,0180995	0,0042735
4	0,009709	0,0045249	0,0042735
5	0,247573	0,2217195	0,0213675
6	0,058252	0,3076923	0,0470085
7	0,18932	0,0135747	0,482906
8	0,101942	0,0950226	0,2692308
9	0,378641	0,3303167	0,1623932

Рис. 1. Доля участников, попавших в каждый кластер

Теперь, используя формулу Евклидовой метрики, о которой написано ранее, определяем степени расхождения между группами.

В результате вышло, что оценка сравнения исходной группы и первой тестовой получилась 0,435, а оценка сравнения исходной и второй тестовой – 0,462318.

Мы видим, что при использовании другого метода мы также получаем оценку расхождения между исходной и первой тестовой группой меньше, чем между исходной и второй тестовой, что ещё раз доказывает правильность работы модели.

Дальнейшая работа будет направлена на определение новых параметров групп для сравнения, доработку программы по сбору новых параметров, а также на построение логистической регрессии для определения степени схожести групп.

ЛИТЕРАТУРА

1. Xu K., Li J., Song Y. Identifying valuable customers on social networking sites for profit maximization // Expert Systems with Applications. – 2012. – No. 39. – P. 13009–13018.
2. Ji Y.W., Sung M.B., Sang C.P. Visualization method for customer targeting using customer map // Expert Systems with Applications. – 2005. – No. 28. – P. 763–772.

УДК 004.94

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИНАНСОВЫХ РЯДОВ НА ОСНОВЕ ВОЛНОВОЙ ТЕОРИИ ЭЛЛИОТТА

А.В. Илькив, студент каф. ЭМИС

*Научный руководитель И.Г. Боровской, зав. каф. ЭМИС, д.ф.-м.н.
г. Томск, ТУСУР, ilkivv@yandex.ru*

Рассматриваются финансовые временные ряды на разных интервалах времени, также рассматривается волновая теория Эллиотта.

Ключевые слова: финансовый ряд, Эллиотт, коррекция, импульсные волны, числа Фибоначчи.

Развитие финансовых рынков тесно связано с мировой историей, историей развития человечества. Основной проблемой является необходимость заглянуть вперед, увидеть еще не сложившуюся историю. Поэтому единственным методом, способным прогнозировать развитие рынка, является фундаментальный анализ.

Актуальность проблемы прогнозирования финансовых рядов заключается в том, что предсказание финансовых рынков лежит в основе деятельности всей индустрии инвестиций. Предсказуемость того или иного рынка оказывает существенное воздействие как на внешнюю, так и на внутреннюю торговлю, поскольку от его уровня в значительной степени зависит конкурентоспособность определенного товара на мировых рынках.

Для решения данной проблемы необходимо определить методы, позволяющие предсказать движение рынка, определить на сколько тот или иной метод позволяет точно спрогнозировать финансовый временный ряд. В данной работе финансовые ряды исследуются на основе волновой теории Эллиотта.

Целью данной работы является получение оценки прогнозирования финансовых временных рядов на основе волновой теории Эллиотта.

В соответствии с волновой теорией Эллиотта любое трендовое движение состоит из пяти волн, которые включают три движущихся

(импульсных) волны, направленные в сторону основного тренда, и две коррекционные, направленные в противоположную сторону.

Для математического изложения своей теории Эллиотт использовал принцип чисел Фибоначчи. Числа Фибоначчи играют важную роль в строении полного рыночного цикла, описываемого волнами Эллиотта. Количество волн, образующих тенденцию, совпадает с числами Фибоначчи.

Обычное применение этого принципа в волновой теории Эллиотта основано на том, что движение в определенном направлении должно продолжаться до того момента, когда оно достигает некоторого числа в соответствии с суммационной последовательностью Фибоначчи, представленной на рис. 1.

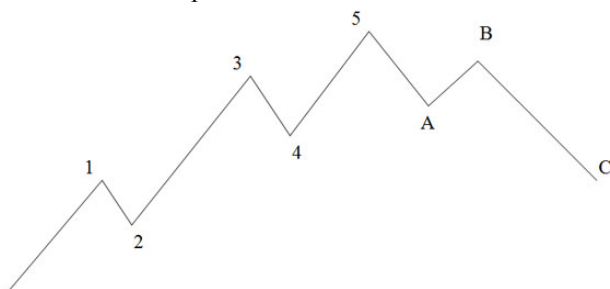


Рис. 1. Эталонная модель Эллиотта

Для определения состоятельности рассматриваемой теории необходимо сопоставить полученные данные из информационных источников с эталонной моделью волновой теории Эллиотта.

Для сопоставления текущего временного отрезка с эталонной моделью необходимо построить финансовый временной ряд на графике по точкам, после этого наложить волновую модель Эллиотта. Стоит отметить, что волновая модель Эллиотта подчиняется определенным законам, исходя из этих законов, каждая последующая волна пяти-волновой модели соответствует уровню Фибоначчи.

Выделены три временных отрезка, на которых будет отображаться финансовый временной ряд:

- сутки;
- месяц;
- год.

Данная временная градация необходима для более точного определения справедливости данной теории, так как на каждом временном интервале процент совпадения может различаться.

В результате сопоставления входных данных с эталонной моделью выявлено, что на разных временных отрезках результаты различаются. Чем больше временной отрезок, тем выше процент совпадений. Результаты представлены в таблице.

Результат сопоставления

Результат	
Временной отрезок	Процент совпадения
Сутки	50
Месяц	70
Год	80

В ходе работы проанализированы финансовые ряды на основе волновой теории Эллиотта. В результате анализа выявлено, что в зависимости от временного отрезка получены разные результаты совпадения исходных данных с эталонной моделью. При увеличении временного отрезка процент совпадения увеличивается.

ЛИТЕРАТУРА

1. Стукалов Д.Н. Волновая теория Эллиотта // Международная академия биржевой торговли «Форекс клуб». – 2009. – Т. 1. – С. 12–25.
2. Волновая теория Эллиотта. Инструменты Эллиотта [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://treidinglike.blogspot.com/2019/03/metatrader-5.html> (дата обращения: 15.02.2019).
3. Проблемы развития международного финансового рынка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://business-store.ru/ekonomika/problemyi-razvitiya-mezhdunarodnogo-fi/> (дата обращения: 18.02.2019).

УДК 519.863

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В ЗАДАЧАХ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

М.А. Зайцев, аспирант каф. ЭМИС

*Научный руководитель И.Г. Боровской, зав. каф. ЭМИС, д.ф.-м.н.
г. Томск, ТУСУР, igor.g.borovskoi@tusur.ru*

На данный момент не существует универсальной математической модели финансовых рядов, однако существуют модели, способные учитывающие различные особенности рядов. В данной обзорной статье приводятся известные модели финансовых рядов с тем, чтобы выделить их основные преимущества и недостатки.

Ключевые слова: модели финансовых рядов, построение прогноза, регрессионные модели, нейросетевые модели, временной ряд, адаптивные системы.

Задача поиска универсальной модели, способной достоверно и полно описать поведение экономических показателей, является на данный момент нерешённой, в связи с чем исследователи в данной области продолжают искать подход к решению данной задачи, предлагая всё новые модели и алгоритмы. На данный момент можно выделить класс моделей, оперирующих исключительно с последовательно поступающим рядом значений некоторой финансовой величины или рядом отношений значений двух финансовых величин. Такие ряды называются финансовыми рядами.

В статье рассмотрены наиболее распространённые модели финансовых рядов, используемые для построения прогноза ряда. Их можно разделить на две группы: регрессионные модели и нейросетевые модели. Кроме них, также существуют методы, не привязанные к конкретной модели ряда [1], однако в данной статье они не рассматриваются. Каждая из них имеет как свои преимущества, так и недостатки, о которых и пойдёт речь.

Первой и наиболее простой для понимания является модель ARIMA [2]. Она относится к группе регрессионных моделей и включает в себя такие модели, как авторегрессия (AR) и скользящее среднее (MA). Модель является модификацией модели ARMA, которая применяется для анализа стационарного временного ряда, т.е. ряда, не меняющего свою дисперсию с течением времени. ARIMA использует интегрированный временной ряд в качестве входных значений для приведения нестационарного временного ряда к стационарному. Модель $ARIMA(p, d, q)$ для нестационарного ряда y_t описывается следующим уравнением:

$$\Delta^d y_t = a_0 + \sum_{i=1}^p a_i \Delta^d y_{t-i} + \sum_{j=1}^q b_j \varepsilon_{t-j} + \varepsilon_t,$$

где $\Delta: \Delta y_t = y_t - y_{t-1}$ – оператор разности временного ряда; y_t – значения ряда; ε_t – белый шум; a_i – коэффициенты авторегрессии; b_j – коэффициенты скользящего среднего; p – число элементов для авторегрессии; q – количество элементов для скользящего среднего.

К преимуществам данной модели можно отнести простоту её освоения и применения для расчёта последующих значений. К недостаткам модели относится большое число коэффициентов, которые необходимо подобрать перед использованием модели, а также неадаптивность модели – необходимость переоценки модели и иногда повторного подбора коэффициентов при поступлении новых данных [2].

Помимо модели ARIMA, к группе регрессионных моделей также относится модель условной гетероскедастичности (ARCH) [3]. Модель описывает зависимость условной дисперсии ряда от его прошлых значений и позволяет моделировать меняющуюся во времени волатиль-

ность, т.е. изменчивость значений ряда. Модель описывается следующим образом: пусть временной ряд имеет вид

$$y_t = \sigma_t \varepsilon_t,$$

где $\sigma_t = \sqrt{a_0 + a_1 \varepsilon_{t-1}^2}$ – степень разброса (изменчивости), ε_t – белый шум с нулевым средним и единичной дисперсией, коэффициенты a_0 и a_1 – параметры модели, требующие оценки, тогда модель ARCH(p) имеет следующий вид:

$$\sigma_t^2 = a_0 + \sum_{i=1}^p a_i y_{t-i}^2$$

и описывает линейную зависимость дисперсии и квадратов предшествующих значений ряда. Достоинством данной модели является возможность с её помощью выделять кластеры (наборы отсчётов ряда) с высокой и низкой изменчивостью. Недостатками модели являются одинаковая трактовка моделью как положительных, так и отрицательных шоков дисперсии и требование к параметрам модели a_i , которые должны быть положительными для того, чтобы дисперсия была всегда положительна, но при большом p это условие может быть нарушено.

Последнего недостатка лишена модификация модели, которая получила название Generalised ARCH (GARCH). Данная модель использует предыдущие значения дисперсии, что позволяет использовать меньшие значения параметра p . В общем виде модель GARCH(p, q) описывается следующим образом:

$$\sigma_t^2 = a_0 + \sum_{i=1}^p a_i y_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q b_j \sigma_{t-j}^2,$$

где σ_{t-i}^2 – предыдущие значения дисперсии. Предполагается также, что коэффициенты a_i и b_j – неотрицательны и $\sum_{i=1}^p a_i + \sum_{j=1}^q b_j < 1$ [4].

Совместное использование моделей ARIMA и GARCH позволяет строить прогноз, оценивая при этом возможный разброс значений на прогнозируемых участках.

Ко второй группе моделей относятся модели, построенные с использованием нейросетей. В моделях такого вида используется однослойный или многослойный перцептрон, а также их модификации, такие как свёрточные нейронные сети [5] и рекуррентные нейронные сети [6]. Далее будет рассмотрена модель, использующая многослойную полносвязную нейронную сеть. В сети такого вида каждый нейрон слоя l связан со всеми нейронами предыдущего слоя $l - 1$ и их выходные значения получают на вход с некоторым весом w_{ij} . На выходе каждый нейрон предыдущего слоя имеет выходное значение y_i . Тогда суммарное влияние предыдущего слоя на нейрон j вычисляется по формуле

$$s_j = \sum_{i=1}^m w_{ij} y_i,$$

где m – общее число входов и выходное значение от нейрона j текущего слоя рассчитывается по формуле:

$$y_j = \varphi_j s_j,$$

где φ_j – функция активации j -го нейрона. Функция активации – непрерывно дифференцируемая нелинейная функция. Нейронная сеть указанной структуры обучается по алгоритму обратного распределения ошибки. Корректировка весовых коэффициентов происходит в процессе итеративного обучения, в ходе которого на вход сети подаётся ряд обучающих примеров вида (x, d) , где x – входной вектор значений, d – желаемый отклик сети. Цель обучения – минимизация суммарной среднеквадратичной ошибки на всём обучающем множестве [7]. После подбора весовых коэффициентов модель становится аппроксимацией ряда и способна делать прогноз на несколько последующих значений.

Положительной стороной нейросетевой модели является универсальность, благодаря которой достаточно указать интервал окна входных значений обучающей выборки. Однако это справедливо только для заранее выбранной структуры сети. На деле же в модели может быть изменено как количество нейронов скрытых слоёв, так и число самих слоёв, что также добавляет в модель вариативности, требующей дополнительной оценки перед использованием. К отрицательным сторонам модели стоит отнести то, что для получения достаточно точных весовых коэффициентов нейронная сеть требует большую обучающую выборку.

В рассмотренных моделях можно отметить общую особенность, заключающуюся в необходимости выбора коэффициентов или изменения структуры модели для рядов разных типов. Однако в противовес таким системам существуют адаптивные системы, подстраивающиеся под изменение поступающих данных. Рассмотрением таких систем и предложением собственной системы, основанной на физике сплошной среды, планируется продолжить исследовательскую деятельность в данном направлении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Голяндина Н.Э. Метод «гусеница»-SSA: анализ временных рядов: учеб. пособие. – СПб., СПб. гос. ун-т. – 2004. – 76 с.
2. Ю.А. Крюков, Д.В. Чернягин. Arima – модель прогнозирования значений трафика // Информационные технологии и вычислительные системы. – 2/2011. – № 2. – С. 41–49.
3. Саетова Л.Г. Основные модификации Arch модели // Проблемы экономики и менеджмента. – 2014. – № 6 (34).
4. Молодцов К.В. ARCH и GARCH модели временных рядов: дипломная работа. – М., НИУ «Высшая школа экономики», 2014.

5. Лысов К.А. Прогнозирование ценовых колебаний и долгосрочных трендов на финансовых рынках. Магистерская диссертация. – СПб., СПб. гос. ун-т. 2018.

6. Видмант О.С. Прогнозирование финансовых временных рядов с использованием рекуррентных нейронных сетей LSTM // Общество: политика, экономика, право. – 2018. – № 5. – С. 63–66.

7. Каратович П.В. Нейросетевая модель прогнозирования временных рядов финансовых данных // Программные продукты и системы. – 2010. – № 1. – С. 132–134.

ПОДСЕКЦИЯ 5.3

РЕАЛИЗАЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ В ФИНАНСОВОЙ И ИНВЕСТИЦИОННОЙ СФЕРАХ

*Председатель – Васильковская Н.Б., доцент каф. экономики, к.э.н.;
зам. председателя – Цибульникова В.Ю., зав. каф. экономики, к.э.н.*

УДК 338.45:338.32:334.012.44

ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ РОССИИ В РАЗРЕЗЕ ФОРМ СОБСТВЕННОСТИ В УСЛОВИЯХ КРИЗИСА

*А.А. Михальчук, доцент ОМИ ШБИП, к.ф.-м.н.;
В.В. Спицын, доцент ШИП, к.э.н.; А.А. Булыкина, магистрант
г. Томск, НИ ТПУ, anastasiya.bulykina@mail.ru,
spitsin_vv@mail.ru, aamih@tpu.ru*

Целью исследований было выявление закономерностей и тенденций развития предприятий основных отраслей (ВЭД) обрабатывающей промышленности России в разрезе форм собственности (ФС) (российская собственность (РС), иностранная собственность (ИС), совместная собственность (СС)) в условиях экономических санкций и неблагоприятной внешней среды. Метод исследования – дисперсионный анализ динамики показателей. Установлено, что в 2017 г/ экономическая ситуация улучшается и наблюдается прирост реальной выручки по большинству исследуемых выборок предприятий, однако не все отрасли смогли выйти на докризисный уровень. Выявлен сокращение доли основных средств в активах предприятий в период кризиса и низкая финансовая устойчивость большинства предприятий.

Ключевые слова: обрабатывающая промышленность, предприятия в российской, иностранной и совместной собственности, развитие, экономический кризис, Россия, дисперсионный анализ.

В России в 2014–2017 гг. наблюдается экономический кризис, вызванный одновременным действием целого ряда внутренних и внешних факторов. Кризис повлиял на все ведущие отрасли экономики.

Целью исследований было выявление закономерностей и тенденций развития предприятий основных отраслей (ВЭД) обрабатывающей промышленности России в разрезе форм собственности (ФС) (российская собственность (РС), иностранная собственность (ИС),

совместная собственность (СС)) в условиях экономических санкций и неблагоприятной внешней среды.

Объектом исследования в настоящей работе являются:

- Производство транспортных средств и оборудования (АВТО, АВИА) – ВЭД 29, 30.3 ОКВЭД 2.
- Производство пищевых продуктов, включая напитки (ПИЩ), – ВЭД 10, 11 ОКВЭД 2.
- Производство машин и оборудования (МАШ) – ВЭД 28, 33 ОКВЭД 2.
- Химическое производство (ХИМ) – ВЭД 20, 21 ОКВЭД 2.
- Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования (ЭЛЕК) – ВЭД 26, 27 ОКВЭД 2.
- Металлургическое производство и производство готовых металлических изделий (МЕТ) – ВЭД 24, 25 ОКВЭД 2.

В качестве анализируемых данных были рассмотрены важнейшие финансовые показатели бухгалтерской отчетности предприятий за 2013–2017 гг., полученные из информационной системы СПАРК[1]: В – выручка, А – активы, П – пассивы, ОС – основные средства, КР – капитал и резервы (собственный капитал), а также относительные показатели: ОС/А, КР/П. При расчете и анализе всех показателей была учтена инфляция за исследуемый период. Например, накопленная инфляция в 2017 г. в ценах 2013 г. – примерно 35,8%. В анализируемую базу данных вошли предприятия, которые имеют финансовую отчетность по всем показателям за отчетный период и ежегодная выручка которых не ниже 0,1 млрд. руб. – крупные и средние предприятия, панельные данные. Сформированная таким образом база данных была использована для исследования значимости динамики предприятий в разрезе ФС средствами дисперсионного анализа [2–3].

Методы исследования. Для мониторинга основных финансовых показателей предприятий применялись дисперсионный анализ и непараметрические критерии.

Основные полученные результаты:

1. Динамика выручки.

Динамика выручки по отдельным из анализируемых ВЭД представлена на рис. 1.

По динамике выручки исследуемый период был самым проблемным для предприятий АВТО в СС, ИС и РС. Падение агрегированной выручки в 2016 г. к 2013 г. составляло до 15–35%. Однако существенный прирост выручки в 2017 г. позволил восстановить / приблизиться к уровню 2013 года по реальной выручке за исключением предприятий в СС.

Сложным данный период оказался для предприятий по производству машин и оборудования (МАШ) в РС. Переход к ОКВЭД 2 привел к тому, что в этом ВЭД остались предприятия гражданского машиностроения, и эти предприятия в РС тяжело реагировали на кризис. У этих предприятий отмечается также сильное снижение доли основных средств в активах.

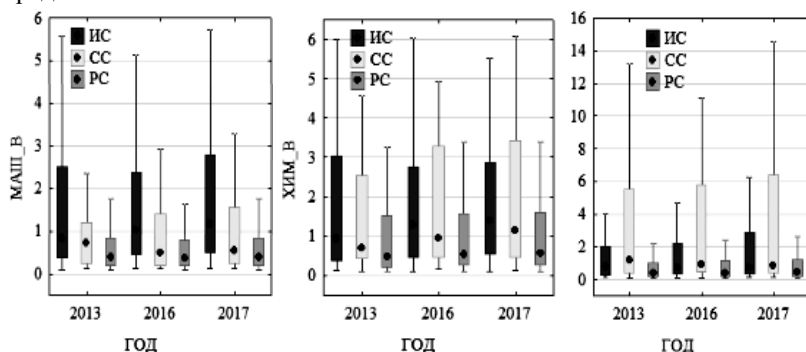


Рис. 1. Диаграммы размаха выручки ВЭД МАШ, ХИМ, МЕТ в разрезе форм собственности

В ряде ВЭД обнаружен опережающий прирост реальной выручки у предприятий в ИС (ВЭД МАШ, ХИМ) и предприятий в СС (ВЭД ХИМ, МЕТ) (см. рис. 1), что говорит о потребностях в продукции предприятий в ИС и СС и потребностях в трансфере зарубежных технологий в Россию, несмотря на санкции.

2. Закономерности и отличительные особенности, выявленные в развитии исследуемых ВЭД при анализе относительных показателей.

Динамика показателей ОС/А и КР/П представлена на рис. 2 и 3.

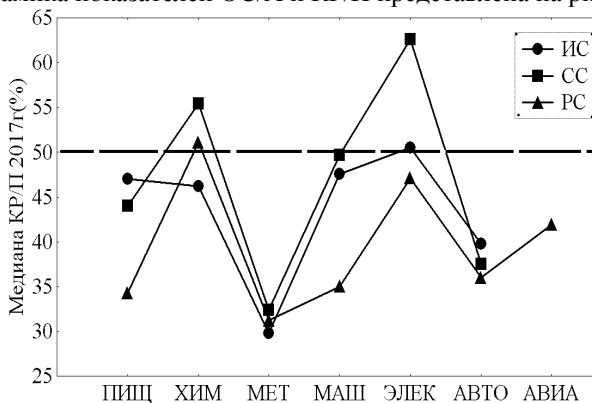


Рис. 2. Медианы КР/П

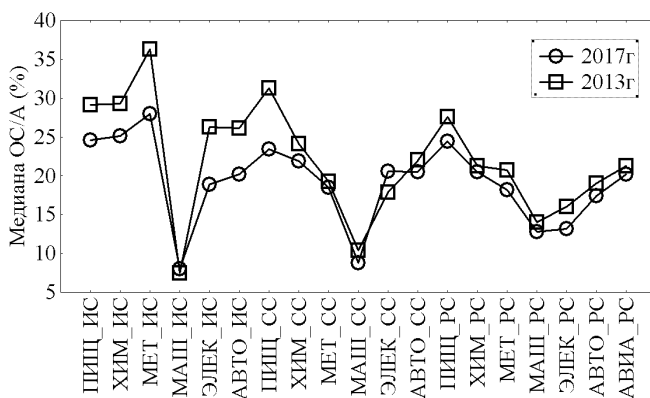


Рис. 3. Медианы ОС/А

Эти данные подтверждают, что у большинства предприятий исследуемых ВЭД*ФС в пассиве баланса преобладает заемный капитал (медианы долей собственного капитала (капитал и резервы / пассивы, КР/П) менее 50%), что говорит о недостаточной финансовой устойчивости большинства предприятий (см. рис. 2).

Установлено статистически значимое снижение доли основных средств в активах (ОС/А) в большинстве из выборок ВЭД*ФС в 2017 г. по сравнению с докризисным 2013 г. Этот факт говорит о сокращении инвестиций в основной капитал в кризисный период у большинства исследуемых групп предприятий (см. рис. 3).

Различия между предприятиями в разрезе форм собственности по этому показателю в большинстве исследуемых ВЭД незначимые. Таким образом, *техническая оснащенность предприятий в РС, ИС и СС по этому показателю сопоставима*.

Выводы. В 2017 г. прирост реальной выручки фиксировался по большинству исследуемых выборок предприятий. Однако не все группы предприятий (ВЭД*ФС) смогли выйти на докризисный уровень по реальной выручке. При этом в 2017 г. сохраняются новые приоритеты государственной политики, появившиеся в условиях кризиса. Существенный прирост выручки в реальном выражении показывают предприятия ВЭД по производству летательных аппаратов (АВИА – российская собственность).

Установлено статистически значимое снижение доли основных средств в активах (ОС/А) в большинстве из выборок ВЭД*ФС в 2017 г. по сравнению с докризисным 2013 г. Этот факт говорит о *сокращении инвестиций в основной капитал в кризисный период у большинства исследуемых групп предприятий*.

У большинства предприятий исследуемых ВЭД*ФС выявлено преобладание в пассиве баланса заемного капитала, что говорит о недостаточной финансовой устойчивости большинства предприятий.

Статья подготовлена при финансовой поддержке РФФИ в рамках проекта РФФИ «Динамическое моделирование развития российских, иностранных и совместных промышленных предприятий в России в условиях экономических санкций», проект № 17-06-00584-а.

ЛИТЕРАТУРА

1. Информационный ресурс СПАРК [Сетевое издание]. – URL: <http://www.spark-interfax.ru/> <http://www.gks.ru/> (дата обращения: 03.03.2018).
2. StatSoft, Inc. Electronic Statistics Textbook. – 2013. – StatSoft: Tulsa, OK. – URL: <http://www.statsoft.com/textbook/> (дата обращения: 12.09.2017).
3. Халафян А.А., Боровиков В.П., Калайдина Г.В. Теория вероятностей, математическая статистика и анализ данных: Основы теории и практика на компьютере. STATISTICA. EXCEL. – М.: URSS, 2016. – 317 с.

УДК 336

ФАКТОРЫ КРЕДИТНОГО РИСКА В ПАО «СБЕРБАНК РОССИИ»

И.Г. Долгова, студентка каф. экономики

*Научный руководитель Л.А. Алферова, доцент каф. экономики
г. Томск, ТУСУР, irishka.dolgova98@mail.ru*

Представлены основные результаты анализа кредитного риска ПАО «Сбербанк» за период с 2013–2017 гг., выявлены способы его минимизации.

Ключевые слова: кредитный риск, банк, оценка риска, чистая ссудная задолженность, просроченная задолженность, резервы на возможные потери по ссудам.

Кредитные операции коммерческих банков сопровождаются кредитными рисками, включая процентные риски. От уровня кредитных рисков зависит стабильная позиция кредитной организации на рынке кредитных услуг. В статье оценивается кредитный риск в ходе формирования портфеля физических и юридических лиц с использованием метода коэффициентов.

Для анализа кредитного риска использовались данные ПАО «Сбербанк России». Исследуемая кредитная организация является основным кредитором российской экономики и занимает существенную долю на рынке кредитов и вкладов.

Первым фактором, влияющим на уровень кредитного риска, является структура кредитного портфеля, которая может быть оптимальной или не удовлетворяющей высшее руководство кредитной

организации. Основными сегментами, составляющими кредитный портфель кредитной организации, являются: кредиты, предоставляемые корпоративным клиентам и физическим лицам (рис. 1).

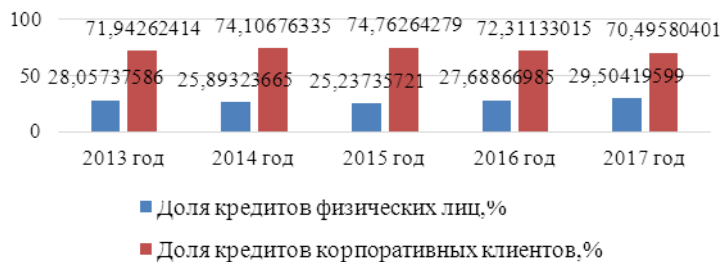


Рис. 1. Доля кредитов физических и юридических лиц за 2013–2015 гг., %

Из рис. 1 видно, что банк делает упор на кредитование корпоративных клиентов (доля > 70%) в анализируемый период. Доля кредитов физических лиц находится в интервале от 25 до 29%. Вместе с тем в последние три года наблюдается тенденция к росту доли кредитов физических лиц.

Исходя из анализа существующей структуры кредитного портфеля в разрезе клиентов, можно сделать вывод о том, что в целом она является оптимальной для ПАО «Сбербанк».

Вторым фактором роста кредитного риска может быть неудовлетворительная структура кредитного портфеля в разрезе сроков с позиции соответствия кредитов и депозитов. Расчет коэффициента, характеризующего, сколько кредитов в денежном выражении приходится на 1 руб. депозита, отражен на рис. 2 [1].

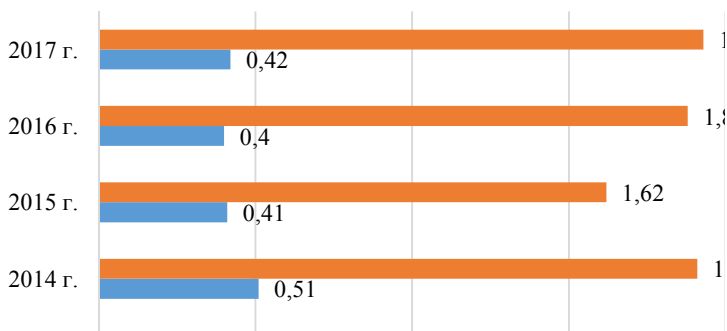


Рис. 2. Коэффициент соотношения кредитов к депозитам у физических лиц и корпоративных клиентов за 2013–2017 гг.

Из рис. 2 видно, что объем кредитов, выданных корпоративным клиентам, значительно превосходит объем денежных средств, находящихся на счетах корпоративных клиентов, в то время как по физическим лицам объемы денежных средств, находящиеся во вкладах, превышают объемы ссудной задолженности. Различия в коэффициентах указывают на наличие проблемы, которую необходимо решать. Настоятельной необходимостью является уменьшение коэффициента по корпоративным клиентам и увеличение по физическим лицам.

Третьим фактором, влияющим на кредитный риск, является наличие неработающих кредитов и авансов. Неработающие кредиты и авансы, выданные клиентам, ухудшают финансовые показатели деятельности банка, поскольку не приносят своевременно процентных доходов и отвлекают часть средств от вложений в прибыльные проекты.

Банк был вынужден формировать резервы под обесценение, которые составили 76,8% от объема неработающих кредитов в 2016 и 2017 гг. Причем основная часть резервов сформирована по кредитам корпоративных клиентов. Отношение резервов под обесценение к неработающим резервам в 2016 г. составило 54,1%, в 2017 г. – 56,1%. Высокая доля резервов под обесценение, сформированных по корпоративным клиентам, есть результат не совсем продуманной кредитной политики и полностью соответствует коэффициентам, отраженным на рис. 2.

Все коэффициенты резервов к сумме кредитов до вычета резервов по направлениям розничного кредитного портфеля достаточно высоки. Наиболее низкий коэффициент сложился по жилищному кредитованию, поскольку этот вид кредита имеет все виды обеспечения и банк подбирает надежных заемщиков. Самый высокий коэффициент в 2016 г. был характерен для потребительского кредитования, в 2017 г. – по кредитным картам и овердрафтам. Следует заметить, что резервы выполняют защитную функцию, их назначение – стать инструментом снижения банковских рисков.

Выдача кредитов сопровождается всегда просроченной задолженностью, и это проблема № 1 для каждого коммерческого банка.

Рост просроченной задолженности может произойти в двух случаях. В первом случае это связано с ростом объема кредитного портфеля, во втором случае это связано с ухудшением кредитоспособности клиентов

Анализируя просроченную задолженность ПАО «Сбербанк», было отмечено, что с 2015 г. объем просроченной задолженности сроком до 30 дней снизился до 21,76% у физических лиц и до 7,29% у юридических лиц. Величина просроченной задолженности сроком более чем

180 дней увеличилась и достигла 63,27% у физических лиц и 83,47% у юридических лиц. Сумма просроченной задолженности сроком более чем 180 дней считается безнадежной и негативно влияет на качество кредитного портфеля. Отсюда рост просроченной задолженности является одной из основных причин необходимости дополнительного формирования резервов на возможные потери. Создавая дополнительные резервы, банк страхует себя от возможных убытков, связанных с неплатежеспособностью клиентов.

Собранные и обработанные данные по банку и проведенные расчеты различных коэффициентов позволяют сделать вывод о необходимости оптимизации структуры кредитов в разрезе клиентов по срокам выдачи, направлениям кредитования. Именно выбор оптимальной структуры кредитного портфеля и совершенствование методик оценки кредитоспособности клиентов позволит снизить кредитные и процентные риски банка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Консолидированная финансовая отчетность ПАО «Сбербанк России» за 2014, 2015, 2016, 2017 гг. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.sberbank.ru/common/img/uploaded/info/word_rus_ye17-04ftee.pdf (дата обращения: 1.03.2019).
2. Годовая отчетность ПАО «Сбербанк» за 2013, 2015, 2016, 2017 гг. [Электронный курс]. – Режим доступа: <https://www.sberbank.com/ru/investor-relations/reports-and-publications/annual-reports> (дата обращения: 1.03.2019).

УДК 338.534

СКИДКИ НА РЫНКЕ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ: АНАЛИЗ ПРАКТИКИ ПРЕДПРИЯТИЙ ФРГ

М.А. Иванова, магистрант каф. экономики

*Научный руководитель М.С. Каз, проф. каф. экономики, д.э.н.
г. Томск, ТУСУР, mikhail.s.kaz@tusur.ru, camino1989@mail.ru*

Изложены результаты анализа системы скидок, используемых на предприятиях ФРГ, занятых в сфере продажи пиломатериалов, а также проводится сравнительный анализ с системами скидок на аналогичных российских предприятиях. Исследовано изменение отношения регулирующих органов и немецкого общества к скидкам.

Ключевые слова: скидки, скидки в ФРГ, оптимальная система скидок, экономическая эффективность, скидки на предприятиях в сфере продажи пиломатериалов в ФРГ.

Скидки – это один из инструментов повышения эффективности деятельности предприятия [1]. В рамках работы над темой «Формиро-

вание системы скидок на предприятии в сфере продажи пиломатериалов» нами был проведен анализ скидок, используемых на предприятиях Федеративной Республики Германия, занятых аналогичной деятельностью.

Мы обратились к опыту ФРГ, поскольку Германия является одной из стран с сильной экономикой, что позволит использовать ее опыт для дальнейшего развития исследований, проведенных ранее на российском рынке пиломатериалов [2].

Как показал проведенный нами анализ, скидки пользуются широкой популярностью в Германии. Многие немецкие предприятия предлагают самые различные скидки [3]. В немецких газетах и журналах часто встречаются статьи, посвященные обсуждению скидок и их бума на рынке [4].

Виды скидок на рынках ФРГ отличаются многообразием [5], а общество и правительство ФРГ все более либерально относятся к скидкам, о чем свидетельствует отмена в 2001 г. закона о скидке, ус-танавливавшего существенные ограничения на скидки [6].

Нами были исследованы системы скидок 50 предприятий в сфере продаж пиломатериалов в различных городах Германии [7].

Согласно результатам исследования, 60% предприятий используют скидки, остальные 40% – не предоставляют скидок. Данное обстоятельство может быть связано с тем, что ФРГ не обладает такими запасами древесины, как Россия, и дерево в Германии обладает изначально высокой ценностью.

Особенности скидок, предоставляемых на исследованных предприятиях, состоят в следующем:

- 10% предприятий используют акции (скидочные купоны или скидка 10% при покупке двух определенных товаров в комплекте);
- 20% предприятий по продаже пиломатериалов ФРГ предлагают оптовую скидку, как правило, за количество товара или просто скидку, например, в размере 5% на покупку свыше определенной суммы;
- 70% предприятий проводят распродажи отдельных позиций – как правило, речь идет о материалах, которые долго залежались на складе, или же об остаточных материалах, либо остатках от пиления;
- часть предприятий по продаже пиломатериалов Германии, прибегающих к распродажам, желая привлечь больше внимания к своим товарам, используют в комплексе также и другие виды скидок.

Результаты проведенного исследования представлены на рис. 1.

Как видно из диаграммы, часть предприятий, использующих распродажи, используют в комплексе также:

- акции (как правило, купоны);

- веб-скидку, которая становится все более популярной в Германии, так как позволяет экономить на персонале;
- значительную часть образуют послепраздничные распродажи, они, как правило, ограничены во времени.

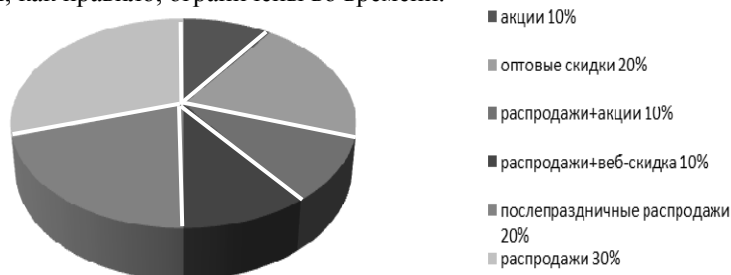


Рис. 1. Виды используемых скидок на рынке пиломатериалов в Германии

Оптовые скидки, в отличие от розничных, на рынке пиломатериалов ФРГ не пользуются высокой популярностью. Акции также представляют собой незначительную часть и в основном используются в комплексе с распродажами. Эти особенности системы скидок на исследованных предприятиях существенно отличаются от систем скидок на российском рынке пиломатериалов [2].

Многие предприятия ФРГ не предоставляют оптовые скидки из-за высокой стоимости древесины, а на те предприятия, где их предоставляют, отличаются существенно более низким размером по сравнению с российскими. На распродажи, в ФРГ, выставляются лишь отдельные товары в небольшом количестве, на российских же предприятиях распродажи носят более массовый характер.

Незначительная доля оптовых скидок свидетельствует о том, что в Германии не наблюдается значительных проблем со сбытом пиломатериала. Еще одной причиной этого, помимо выше указанной, является продолжительность строительного сезона в ФРГ, о чем свидетельствует отсутствие сезонных скидок. В то же время в России оптовые скидки занимают 50% от доли все скидок, а также наблюдается наличие сезонных скидок (25%).

Итак, для предприятий ФРГ является характерным при помощи оптовых скидок сбывать залежавшийся товар и предлагать небольшие скидки-акции с целью рекламы продукции. В то же время они широко используются при продаже пиломатериалов в розницу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Каз М.С., Пшеленский А.Б. Стимулирование деятельности торговой компании и совершенствование системы скидок // Вестник ТГУ. Экономика. – 2008. – № 2. – С. 13–16.

2. Иванова М.А. Скидки как способ повышения экономической эффективности деятельности предприятия // Матер. междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. – Томск, 2018. – Ч. 5. – С. 158–160.

3. Aktuelle Gutscheine & Gutscheincodes. Online focus [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gutscheine.focus.de/gutscheine/amazon> (дата обращения: 1.11.2018).

4. Der Einzelhandel öffnet die Trickkiste. Frankfurter Allgemeine [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/rabatte-der-einzelhandel-oeffnet-die-trickkiste-183715.html> (дата обращения: 3.11.2018).

5. Michael Tschudin. Rabatte als Missbrauch einer Marktbeherrschender Stellung gemäss Art. 7KG, 2011.

6. Henning K., Weidenfeld W., Wessels W. Wettbewerbspolitik, (Hrsg.) // Jahrbuch der Europäischen Integration. – 2018. – P. 271–274.

7. Anbieter für «Schnittholz» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.wlw.de/de/firmen/schnittholz> (дата обращения: 18.11.2018).

УДК: 330

МОДЕЛИ РАЗВИТИЯ РОЗНИЧНОГО БИЗНЕСА В СФЕРЕ НЕФТЕПРОДУКТООБЕСПЕЧЕНИЯ

Е.Ю. Козыренко, магистрант каф. экономики

Научный руководитель Н.Б. Васильковская, доцент каф. экономики, к.э.н.

г. Томск, ТУСУР, vasilkovskaya2015@yandex.ru

Рассмотрены тенденции развития сопутствующих услуг сети АЗС, принадлежащих ВИНК на примере ПАО «Газпром нефть», модели построения сопутствующего бизнеса в сфере розничной торговли топливом (АЗС), выявлены факторы, наиболее сильно влияющие на выбор модели.

Ключевые слова: топливный бизнес, сопутствующие товары, модели развития, тенденции.

Проблема развития сопутствующего бизнеса для АЗС не является новой. По оценкам в разных странах доходы от реализации сопутствующих товаров составляют от 30 до 60% от общей выручки АЗС [1], поэтому крупные вертикально-интегрированные компании (ВИНК), ведущие розничный бизнес, рассматривают сопутствующий бизнес как источник повышения доходов. Текущая ситуация на российском рынке (рост цен на топливо при одновременном снижении торговой наценки) приводит к снижению рентабельности основной деятельности АЗС, и для многих независимых АЗС сопутствующий бизнес становится способом выживания.

Сопутствующие услуги можно сгруппировать по двум направлениям – сервисы для автомобилей (станция техобслуживания, подкачка

шин, мойка, стоянка) и услуги для клиентов (банковские услуги, магазин, кафе, туалет и т.д.).

В мировой практике существует относительно небольшое количество моделей ведения бизнеса в этой сфере, и они различаются как по концепции бизнеса, так и по характеру взаимоотношений между участниками.

1. АЗС рассматривается не как самостоятельная бизнес-единица, а как часть гигантских многопрофильных придорожных комплексов. На трассах это гостиничные комплексы. В городской среде примерами могут быть моллы, занимающие площади одного и более кварталов, на которых размещаются брендовые магазины, кафе, парковки. Крупные топливные компании заключают договора с известными торговыми сетями. Заправка для клиентов, приехавших в молл, не является основной услугой.

2. Возможны иные взаимоотношения при создании такой структуры – не заключение договоров с существующими сетями АЗС, а создание своих заправок торговыми сетями, т.е. диверсификация бизнеса. Например, в 2016 г. Wal-Mart и Costco открывали в среднем 28 новых АЗС в месяц [2].

3. АЗС и мини-маркет. В этой модели возможны варианты, когда АЗС принадлежит торговой сети, либо сеть АЗС открывает свои магазины, либо франшизные отношения с любой стороны.

4. АЗС и фаст-фуд. В мировой практике существует тенденция роста популярности еды на заправках. Возможны варианты как создания собственных брендов топливными компаниями (в том числе Газпромнефть – открытие «Drive Café») [3], так и привлечения франшиз. Особенность современного периода за рубежом – открытие АЗС на условиях франшизы сетями фаст-фуда. Не представлен в РФ формат drive in station, где можно заправить автомобиль, оплатить топливо и приобрести фаст-фуд, не выходя из машины.

Тенденции развития сопутствующих услуг ВИНК в РФ на примере ПАО «Газпром нефть» можно отследить по рис. 1, 2.

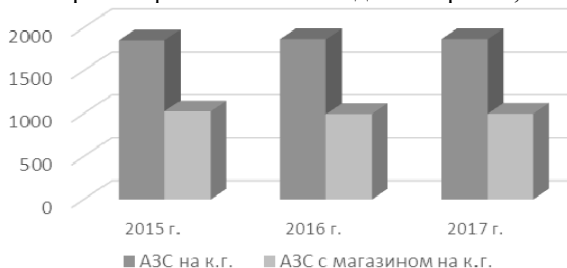


Рис. 1. Динамика числа АЗС ПАО «Газпром нефть»



Рис. 2. Выручка с НДС на 1 м² торговой площади, тыс. руб.

Виден большой потенциал роста этого направления. На конец 2017 г. уровень присутствия кафе в сети АЗС составил: «Роснефть» – 32%; «Татнефть» – 17%; «Башнефть» – 12% [4].

Условия деятельности АЗС, принадлежащих ВИНК и независимых, существенно различаются.

Анализ данных АЗС позволил выявить факторы, наиболее сильно влияющие на выбор модели развития бизнеса АЗС. К ним отнесены: тип АЗС (АЗК, ААЗС, АГЗС, МАЗС, МАЗК, АГНКС); тип эксплуатации (собственная/ арендованная/ франчайзи/ джоббер/ комиссия); принадлежность к сети; наличие бренда; тип расположения (трасса/ город / область).

Выбор модели развития для конкретной АЗС проводится с учетом данных факторов. Рассмотрены также ограничения, налагаемые текущей экономической ситуацией.

ЛИТЕРАТУРА

1. Наскин А.А., Новикова А.А. Развитие нетопливного бизнеса – способ формирования современной АЗС // Молодой ученый. – 2016. – № 27. – С. 469–471 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/131/36399/> (дата обращения: 13.02.2019).
2. АЗС в США заправляют едой: фастфуд против нефти [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kuzminblog.ru/kafe-na-azs/usa-azs-zapravlyayut-edoy-neftyanyie-giganty-ustupayut-ryinok-fastfud-modeli-razvitiya> (дата обращения: 13.02.2019).
3. Сеть АЗС «Газпром нефть» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.gazprom-neft.ru/company/business/retail/filling-stations/> (дата обращения: 13.02.2019).
4. АЗС + нетопливный бизнес: эффективная синергия // Журнал «Современная АЗС». – 2018. – № 07(196) (дата обращения: 13.02.2019).
5. АЗС МИРА // Современная АЗС. – 2019. – № 01(202) (дата обращения: 05.03.2019).

ФАКТОРЫ РОСТА ПРИБЫЛИ В ПАО «СБЕРБАНК РОССИИ» И ООО «ХОУМ КРЕДИТ ЭНД ФИНАНС БАНК»

В.С. Манакова, студентка; Л.А. Алферова, доцент

Научный руководитель Л.А. Алферова, доцент каф. экономики.

г. Томск, ТУСУР, manakowa.nika@yandex.ru

Проведен анализ финансовой деятельности коммерческой банков на примере ПАО «Сбербанк России» и ООО «Хоум Кредит энд Финанс Банк».

Ключевые слова: прибыль, рентабельность, актив, доход.

Прибыль – важнейший показатель деятельности кредитной организации, характеризующий успешность ее деятельности, резкое сокращение количества банков в ходе отзыва лицензий на рынках банковских услуг и снижение уровня конкуренции. Улучшились показатели по абсолютной величине прибыли в банковском секторе [1]. В 2018 г. объем суммарный прибыли банков вырос почти в 2 раза по сравнению с 2017 г. и достиг 1,34 трлн руб. Второй раз во втором десятилетии XXI в. прибыль превысила 1 трлн руб. (2012 г. – 1,01 трлн руб.) [2]. Значительный вклад в формирование прибыли вносят государственные, государственно-частные и частные банки.

Основные финансовые результаты двух банков представлены в табл. 1.

Таблица 1

Объем прибыли и рентабельность активов в ПАО «Сбербанк России» и ООО «Хоум Кредит энд Финанс Банк» (далее – ООО «ХКФ Банк») за 2017–2018 гг.

Название банка	Прибыль за 2018 г., млрд руб.	Активы на 01.01.2019 г., млрд руб.	Рентабельность активов, %	
			2017 г.	2018 г.
ООО «ХКФ Банк»	282,6	11,9	5,9	4,4
ПАО «Сбербанк России»	28561,0	1002,6	3,6	3,8

По итогам 2018 г. в топ 10 крупнейших российских банков вошли 8 государственных и 2 частных банка. Несмотря на небольшую прибыль (11,9 млрд руб.), полученную ООО «ХКФ Банк» по сравнению с ПАО «Сбербанк» (1002,6 млрд руб.), он находится впереди по показателю рентабельности, занимая 15-е место и находясь на 7 пунктов выше крупнейшего банка страны. Как видно из табл. 1, рентабельность активов ООО «ХКФ Банк» в 2018 г. была выше на 0,6 процентных пункта, чем в ПАО «Сбербанк России».

Исходя из формулы расчета рентабельности активов, на величину показателя влияют два фактора: величина прибыли и объем активов. Превышение прироста прибыли над приростом активов положительно сказывается на приросте показателя рентабельности. За 2018 г. по сравнению с предыдущим годом показатель рентабельности активов ПАО «Сбербанк России» повысился на 0,2 пункта, в то время как в ООО «ХКФ Банк» произошло снижение на 1,5 пункта.

Анализ годовых отчетов двух банков за ряд лет показал, что прибыль банка в большей степени формируют чистые процентные доходы и комиссионные доходы. В составе чистых процентных доходов лидируют чистые процентные доходы, полученные за счет кредитования клиентов и установления более низких процентных ставок по депозитам [3, 4].

В табл. 2 представлены объем кредитного портфеля и доля, приходящаяся на корпоративных и розничных клиентов [5].

Таблица 2

Структура кредитного портфеля в разрезе клиентов на 01.01.2019 г.

Название банка	Кредитный портфель, млрд руб.	Доля корпоративного кредитного портфеля, %	Доля кредитного портфеля физических лиц, %
ПАО «Сбербанк России»	21122,7	56,6	29,2
ООО «ХКФ Банк»	218,1	2,5	92,3

Из данных табл. 2 видно, что основную часть процентных доходов ПАО «Сбербанк России» получает, кредитуя корпоративных клиентов (доля корпоративного кредитования составляет 56,6%), в то время как ООО «ХКФ Банк» формирует процентные доходы за счет выдачи кредитов физическим лицам.

На величину процентных доходов оказывает влияние уровень просроченной задолженности. По данным банков на 01.01.2019 г., доля просроченной задолженности по отношению к общему кредитному портфелю была ниже в ПАО «Сбербанк России» на 1,3 пункта по сравнению с долей в ООО «ХКФ Банк». Аналогичная ситуация отмечается и по уровню просроченной задолженности физических лиц.

Более высокий уровень прибыли и просроченной задолженности обусловлен высокой долей кредитования населения и выдачей необеспеченных ООО «ХКФ Банк» кредитов. Банк в течение последних лет занимает лидирующее место по выдаче товарных кредитов, получивших название Роз-кредиты. Чтобы уменьшить расходы и увеличить количество клиентов, банк с конца 2017 г. отказался от сотрудничества со страховыми компаниями и стал продавать свой продукт – «Финзащита».

Изучение финансовой деятельности банков показало, что каждый банк имеет свои источники роста валовой прибыли. Вместе с тем общими факторами, влияющими на рост прибыли в двух банках, являются:

- успехи в цифровизации банковских процессов по направлениям развития, приводящие к снижению затрат на ведение бизнеса и ускорению обслуживания клиентов. Благодаря внедрению цифровых технологий растет доля активных клиентов, пользующихся онлайн- и дистанционными сервисами;

- повышение качества кредитного портфеля за счет сокращения кредитов-NPL и совершенствования методик оценки конкурентоспособности клиентов;

- развитие карточных продуктов и программ лояльности и др.

ЛИТЕРАТУРА

1. Статистический бюллетень Банка России. – 2018. – № 1 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.cbr.ru/Collection/Collection/File/14261/Bbs1901r.pdf> (дата обращения: 20.02.2018).

2. Рейтинг крупнейших банков по рентабельности на 1 января 2019 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://riarating.ru/banks/20190215/630117248.html> (дата обращения: 28.02.2019).

3. Финансовая отчетность по МСФО [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.sberbank.com/ru/investor-relations/reports-and-publications/ifrs> (дата обращения: 21.02.2019).

4. Аудиторское заключение о годовой бухгалтерской (финансовой) отчетности за 2017 год – ООО «Хоум Кредит энд Финанс Банк» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.homecredit.ru/download.php?fid=64143> (дата обращения: 20.02.2019).

5. Рейтинг банков по объему кредитного портфеля и доле просроченной задолженности на 1 января 2019 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://vid1.rian.ru/ig/ratings/banki_01_01_19.pdf (дата обращения: 01.03.2019).

УДК 338

НАЛОГОВЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕЛИЧИНЫ ТЕНЕВОЙ ЭКОНОМИКИ

А.В. Попова, студентка каф. экономики

*Научный руководитель Г.А. Золотарева, к.э.н., доцент каф. экономики
г. Томск, TUSCP, november.molly@gmail.com*

Рассматривается налоговый метод определения величины теневой экономики, использующий для расчетов валовый региональный продукт и официальную статистику, а также налоговую отчетность, подаваемую предприятиями.

Ключевые слова: теневая экономика, метод оценки, валовый региональный продукт.

Теневая экономика является неотъемлемой частью современного общества, и определенные виды теневой экономической деятельности присутствуют во всех странах мира.

В целом выделяют четыре основные группы методов оценки масштабов теневой экономики:

1. Прямые методы, использующие для оценки данные из непосредственных источников, таких как опросы, проверки, исследования и т.д. Использование метода затрудняется тем, что необходимо комплексное исследование во всех регионах страны, что влечет за собой повышенные издержки.

2. Косвенные методы, опирающиеся на оценку с помощью отдельных индикаторов. Например, монетарный метод основывается на измерении номинала банкнот и предполагает, что увеличение объема банкнот с большим номиналом указывает на увеличение теневой экономики.

3. Методы моделирования, в основе которых лежит построение математических моделей, которые способны имитировать развитие экономических процессов. Метод предполагает, что при невозможности точного определения размера теневой экономики можно предположительно рассчитать ее величину, исходя из динамики и функциональной связи, которая описывается системой уравнений, которые и составляют экономическую модель.

4. Методы экспертных оценок, в которых к оценке привлекаются специалисты и эксперты в данной области [1].

Также проведение исследования осложняет и то, что в региональном разрезе присутствует ограниченность статистических данных, поскольку некоторые показатели, необходимые для оценки, измеряются только в целом по стране.

В 2016 г. была разработана специальная методика, которая преодолевала ограничения в исследованиях на региональном уровне. Данная методика опирается на сопоставление данных статистической и налоговой отчетности. Это позволяет выявить теневую долю валового регионального продукта для всех российских регионов, поскольку расхождение данных национальных счетов и показателей налоговой отчетности выявляет ненаблюдаемую долю ВРП отдельно взятого региона страны.

В данном методе за измеряющий величину показатель взята доля теневой экономики в ВВП в каждом регионе страны. Валовый региональный продукт рассчитывается как разница между выпуском и промежуточным потреблением.

Росстат выделяет три составляющие ВРП:

1. Фонд оплаты труда.
2. Валовая прибыль.
3. Чистые налоги на производство.

Также по данным Росстата, частью ВРП, содержащей результаты деятельности теневого сектора экономики российских регионов является валовая прибыль экономики и валовые смешанные доходы, где совокупно представлены следующие показатели:

1. Легальная прибыль предприятий.
2. Скрытая прибыль предприятий.
3. Скрытая оплата труда и другие смешанные доходы, которые получены неофициально.

В связи с этим посредством вычитания легальной составляющей из величины валовой прибыли получается величина теневой экономики каждого региона страны.

Размер легальной прибыли предприятий определяется по величине налоговой базы по налогу на прибыль организаций, представленной в Отчете о налоговой базе и структуре начислений по налогу на прибыль организаций, ежегодно составляемому и публикуемому Федеральной налоговой службой. Совокупная налоговая база по налогу на прибыль состоит из суммарной величины прибыли, полученной в отчетном году организациями региона, по которой они отчитались в налоговые органы. Сумма, которая не попала в эти данные, относится к теневой деятельности организаций региона.

Для рассматриваемого метода расчет величины теневой экономики производится по следующей формуле:

$$GRP_s = [(P - P_T)/GRP] \times 100, \quad (1)$$

где GRP_s – доля теневой экономики в ВРП региона, %; P – валовая прибыль экономики и валовые смешанные доходы; P_T – легальная прибыль, включенная в налоговую базу по налогу на прибыль организаций; GRP – внутренний региональный продукт.

В силу имеющихся информационных ограничений расчетная величина ВРП российских регионов отличается меньшей достоверностью по сравнению с расчетной величиной ВВП всей страны. Росстат также выделяет две причины, искажающие региональные макроэкономические показатели:

1. Отдельные виды экономических операций в силу их специфики не подлежат учету в региональном разрезе, а рассматриваются только по стране в целом.
2. Особенности бухгалтерского учета крупных корпораций, ведущих свою хозяйственную деятельность на территории нескольких регионов, не позволяют рассчитывать их экономические показатели в

полном соответствии с результатами производственной деятельности в каждом регионе.

Для преодоления искажающего влияния действующего механизма межтерриториального перераспределения налоговой базы по налогу на прибыль производится расчет величины теневой экономики с использованием информации о величине прибыли, публикуемой Росстатом.

$$GRP_s = [(GRP - W - T_{Pr} - P_{St})/GRP] \times 100, \quad (2)$$

где P_{st} – прибыль, отраженная в статистической отчетности; W – заработная плата наемных работников; T_{Pr} – чистые налоги на производство.

Большей достоверностью обладают данные, отраженные в налоговой отчетности, поскольку за искажение налоговых данных предусмотрены меры ответственности, стимулирующие организации указывать достоверные сведения.

В регионах с наибольшей величиной теневой экономики, наблюдается экономическая отсталость, провоцирующая бедность населения и низкий доходный потенциал регионального бюджета. Высокий уровень теневой экономики обеспечивает устойчивость неразвитости экономики региона и низкий уровень жизни населения, поэтому с ней следует бороться всеми возможными средствами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Методы теневой экономики [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/osobennosti-ispolzovaniya-modifitsirovannogo-metoda-fizicheskikh-zatrat-pri-otsenke-masshtabov-tenevoy-deyatelnosti-v-rossiyskoy>
2. Теневая экономика и уклонение от уплаты налогов [Электронный ресурс]. – URL: <http://vseup.ru/static/files/1.pdf>
3. Статистика и налоговый метод [Электронный ресурс]. – URL: <https://economics.studio/ekonomicheskie-voprosyi-obschiie/metodyi-statisticheskoy-otsenki-masshtabov-17141.html>

ПОДСЕКЦИЯ 5.5

СОВРЕМЕННЫЕ СОЦИОКУЛЬТУРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТЫ С МОЛОДЕЖЬЮ

*Председатель – Суслова Т.И., декан ГФ, зав. каф. ФиС, д.филос.н.,
проф.;*
*зам. председателя – Орлова В.В., д.соц.н., проф. каф. ФиС,
директор НОЦ «СГТ»*

УДК 378.1:519.25

АНАЛИЗ АКТУАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ ПРИВЛЕЧЕНИЯ АБИТУРИЕНТОВ НА ПРИМЕРЕ ФАКУЛЬТЕТА БЕЗОПАСНОСТИ ТУСУРа

М.А. Макарова, В.Ю. Муйтуева, студентки каф. КИБЭВС
*Научный руководитель Д.В. Кручинин, доцент каф. КИБЭВС
г. Томск, ТУСУР, maria.mackarowa@yandex.ru*

Проект ГПО-1804 «Информационные атаки в современной России»

Рассматриваются инструменты, используемые приемной кампанией для привлечения абитуриентов на примере факультета безопасности ТУСУР. Проводится сравнительная оценка по данным анкетирования среди студентов факультета за прошедшие пять лет. Также выдвигается предположение о том, что на сегодняшний день социальные сети, как онлайн-сервис сети Интернет, являются наиболее актуальным и эффективным каналом привлечения абитуриентов.

Ключевые слова: вуз, приемная кампания, абитуриенты, инструменты привлечения, социальные сети, анкетирование, анализ.

Ежегодно общеобразовательные учреждения заканчивает от 700 000 до 1 000 000 учеников. После чего перед ними встает вопрос о поступлении в высшие учебные заведения. В это же время приемные кампании университетов начинают активную работу по привлечению абитуриентов. Основными инструментами, применяемыми в их работе, являются: СМИ, менеджеры, выездные экскурсии, дни открытых дверей и т.д. Однако наиболее актуальным, но все еще широко неиспользованным ресурсом для набора студентов является глобальная сеть Интернет. Стратегии онлайн- и электронного набора стремительно набирают популярность как каналы взаимодействия с потенциальными студентами (например, норвежская компания KeyStone Academic Solution) [1].

Особое внимание стоит уделить социальным сетям. Социальные сети служат площадкой как для раскрутки нового бизнеса, так и для поддержания существующего. Они минимизируют материальные и временные затраты. К примеру, создание рекламы: наружная реклама или рекламные буклеты, помимо времени на разработку дизайна, нуждаются во времени для печати.

К тому же по статистике более 50% всех жителей России зарегистрированы в одной из социальных сетей, а более 95% подростков общаются друг с другом посредством глобальной сети Интернет. Поскольку социальные сети стали неотъемлемой частью в жизни молодежи, можно сделать вывод о том, что именно посредством их можно воздействовать на молодое поколение [2].

Целью данного исследования является рассмотрение социальных сетей как актуального инструмента по привлечению абитуриентов в рамках приемной кампании высших учебных заведений на примере факультета безопасности Томского университета систем управления и радиоэлектроники.

Сотрудниками приемной кампании факультета безопасности каждый год проводится анкетирование абитуриентов, подавших документы на поступление, главным вопросом которого является источник получения информации о вузе. Была собрана и проанализирована 1001 анкета. По результатам анализа было выявлено, что Интернет и социальные сети занимают лидирующие позиции, обгоняя такие инструменты, как реклама и ТВ, радио, газета, день открытых дверей. За предыдущие два года количество абитуриентов, узнавших о факультете через Интернет, составило 110 человек. Это больше 50% от числа поступивших студентов. Социальные сети составили примерно 30% от общего количества абитуриентов. Самые низкие оценки получили такие каналы воздействия, как радио и газета. Их доля в общей структуре составила 1,8 и 0,5% соответственно.

Социальные сети как отдельный инструмент в анкетировании появился относительно недавно, но уже показывает хорошую статистику. Стоит отметить, что группы ТУСУРа и группа факультета безопасности в социальной сети «ВКонтакте» используют специальные программы, выполняющие автоматически и/или по заданному расписанию какие-либо действия через интерфейсы (боты), что ускоряет процесс создания целевой аудитории и рассылки информации о сообществе.

Для дополнительной оценки основных инструментов по привлечению потенциальных студентов было создано экспертное мнение, которое позволило бы определить значимость каждого из каналов воздействия и проранжировать их по степени влияния на выбор места

обучения. В создании экспертного мнения приняли участие сотрудники факультета безопасности, которые знакомы с работой приемной кампании в целом и ее инструментами. Реализовывалось это следующим образом: был проведен один этап опроса, содержащий соответствующие поставленной выше цели вопросы, разработанная анкета была представлена экспертам и проведен последующий анализ. Всего в создании экспертной оценки приняли участие 5 экспертов. Анализ ответов респондентов показал, что эффективность социальных сетей как инструмента привлечения абитуриентов на текущий год составила 4 балла, что является наивысшей критериальной оценкой. Данный канал привлечения был оценен, как оправдывающий затраченные на него ресурсы и привлекающий большее количество будущих студентов по сравнению с предыдущими периодами (т.е. наблюдается прирост).

Таким образом, социальные сети как составная часть глобальной паутины Интернет является актуальным и эффективным инструментом для привлечения абитуриентов. Еще одной причиной выделения социальных сетей и Интернета в целом как эффективных способов воздействия является то, что другие инструменты, такие как радио, газета, реклама по ТВ, позволяют распространять информацию локально, т.е. на уровне отдельных областей. Для охвата же большей целевой аудитории лучшим инструментом является глобальная сеть со всеми ее возможностями, так как не имеет территориальной привязанности для распространения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Keystone academic solution [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.keystoneacademic.ru> (дата обращения: 28.02.2019).
2. Рослякова Л.А. Роль социальных сетей в жизни молодежи // Молодой ученый. – 2019. – №3. – С. 375–376 [Электронный ресурс]. – <https://moluch.ru/archive/241/55766/> (дата обращения: 02.03.2019).

УДК 159.9.07

ПРОГРАММА КОРРЕКЦИИ УРОВНЯ ВЫРАЖЕННОСТИ СОЦИАЛЬНОГО СТРАХА У СТУДЕНЧЕСКОЙ МОЛОДЕЖИ В ЧЕЛОВЕКООРИЕНТИРОВАННЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЯХ

Т.А. Одерова, студентка каф. ФиС

*Научный руководитель Л.В. Смольникова, к.психол.н., доцент каф. ФиС
г. Томск, ТУСУР, oderova-t@mail.ru*

Рассматривается актуальность проблематики социального страха в человекоориентированных специальностях, приводятся результаты исследования

выраженности социального страха у студентов, а также представлен паспорт программы коррекции уровня выраженности социального страха у студенческой молодежи.

Ключевые слова: студенческая молодежь, человекоориентированные специальности, социальный страх, уровень выраженности социального страха, программа коррекции.

Страх испытывают все люди, в том числе и социальный, так как это базовая эмоция человека [1]. Однако у людей с высоким уровнем выраженности социального страха могут возникать проблемы в коммуникации и как следствие претворении в жизнь своих планов и целеустремлений. Особенно обозначенная проблема актуальна для студентов, обучающихся на человекоориентированных направлениях подготовки, так как их специфика требует определенных личностных качеств: коммуникативности, толерантности, стрессоустойчивости, инициативности, открытости, креативности, поскольку работа с каждым человеком уникальна и необходимо постоянно подбирать метод взаимодействия. Кроме того, необходимо обладать и лидерскими качествами, организаторскими способностями, умением работать с разной аудиторией, но при высоком и повышенном уровнях выраженности социального страха данные качества не только не раскрываются в полной мере, а могут быть блокированы, что создает трудности в профессиональной деятельности.

Согласно результатам исследования уровня выраженности социального страха у студентов направления подготовки «Организация работы с молодежью» ТУСУРа подтвердилась важность и актуальность темы исследования и её основной задачи – потребность во внедрении разработанной программы по снижению уровня выраженности социального страха на основе получения нового положительного опыта, так как выявлено 12% респондентов с «высокой социальной тревогой с тенденцией к избеганию социальных ситуаций», 18% с «повышенной социальной тревогой с возможностью возникновения проблем в социальной адаптации», что говорит о риске перехода социального страха в фобии и возникновении негативных последствий [2]. Кроме того, в ходе исследования были выявлены типы социальной тревоги и страха по шкалам-ситуациям – страх экспертных ситуаций и страх выражения эмоций, чувств, симпатии, потребностей, которые стали основой при разработке программы для работы с данными видами социального страха. Исследование проводилось по методике «Психодиагностический опросник социальной тревоги и социофобии», разработанной психологами ФГБОУ ВО «АлтГУ» О.А. Сагаляковой и Д.В. Труевцевым, которая включает 29 вопросов с формой

ответа согласия-несогласия по четырехбалльной шкале и позволяет выявить уровень выраженности социального страха, а также его преобладающие типы [3].

Программа коррекции уровня выраженности социального страха состоит из 9 образовательных модулей по 130–150 мин, направленных на коррекцию определенного вида социального страха:

1. Вводное занятие. Направлено на формирование мотивации к совместной деятельности, выявление уровня выраженности социального страха. Содержание: психодиагностический опросник [3], обучающие упражнения (К. Фопель) [4], рефлексия.

2. Социальный страх. Страх публичных выступлений (часть 1). Цель – формирование представления о социальном страхе и снижение уровня выраженности страха публичных выступлений. Содержание: лекция, обучающие упражнения по методике Дж. Вольпе «Систематическая дисенсибилизация», рефлексия.

3. Страх публичных выступлений (часть 2). Занятие направлено на коррекцию модели поведения в ситуации публичного выступления. Содержание: обучающие упражнения по методике Дж. Вольпе.

4. Страх экспертных ситуаций (часть 1). Цель – структурирование знаний о страхе экспертных ситуаций и снижение уровня выраженности страха в них. Содержание: лекция, обучающее упражнение «Держать уверенность», рефлексия.

5. Страх экспертных ситуаций (часть 2). Занятие нацелено на коррекцию модели поведения в экспертных ситуациях. Содержание: деловая игра «Собеседование», рефлексия.

6. Страх оценок. Цель – снижение уровня выраженности страха оценки со стороны и в общении с людьми выше статусом. Содержание: лекция-упражнение «Разговор с начальником», беседа «Умею быть нелепым и не боюсь», обучающие упражнения.

7. Стрессоустойчивость и выражение симпатии: снижение страха выражения симпатии и формирование стрессоустойчивости в различных социальных ситуациях. Содержание: лекция, обучающие упражнения «Подарок», «Комплимент», рефлексия.

8. Networking направлен на развитие умений и навыков формирования полезных социальных связей. Содержание: лекция, обучающее упражнение «Поиск».

9. Формирование навыка саморазвития и самореализации. Эффективность работы по программе – динамика выраженности социального страха. Содержание: обучающее упражнение «Личностный рост», психодиагностика, рефлексия.

На основании результатов исследования преобладающих типов социальной тревоги и страха выделены основные направления обра-

зовательных модулей программы, а также подбора информационных, практических, интерактивных (метод «Мозговой штурм», тематические «энерджайзеры», метод конкретных ситуаций) и тренинговых занятий, позволяющих корректировать уровень выраженности страха и тревоги за счёт научения и рефлексии прежних моделей поведения в конкретных ситуациях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Захаров А.И. Страх и тревога в генезе неврозов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://studentick.com/docs/index-3838.html> (дата обращения: 10.02.2019).
2. Карякина Л.В. Подростковые страхи // Журнал «Твой формат» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.tvoyformat.org/article/podrostkovye-strakhi/> (дата обращения: 19.02.2019).
3. Сагалакова О.А., Труевцев Д.В. Психодиагностический опросник социальной тревоги и социофобии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://medpsy.ru/mprj/archiv_global/2012_4_15/nomer/nomer19.php (дата обращения: 20.11.2018).
4. Фопель К. Самораскрытие // Энциклопедия практической психологии «Психологос» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.psychologos.ru/articles/view/samoraskrytie---uprazhnenie-ot-k.fopelya> (дата обращения: 27.11.2018).

ПОДСЕКЦИЯ 5.7

ПРАВОВЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ РОССИИ

*Председатель – Соломин С.К., зав. каф. ГП, д.ю.н.;
зам. председателя – Газизов Р.М., ст. преп. каф. ИП*

УДК 347.44

ОБХОД ЗАПРЕТА НА ДАРЕНИЕ МЕЖДУ КОММЕРЧЕСКИМИ ОРГАНИЗАЦИЯМИ

Д.Д. Абрамов, студент каф. ГП

*Научный руководитель С.К. Соломин, проф. каф. ГП
г. Томск, ТУСУР, strong.track@mail.ru*

Представлен анализ правовых конструкций, позволяющих обойти установленный законом запрет на дарение между коммерческими организациями; установлено, что данные правовые конструкции выступают средством обогащения одних лиц за счет других, прикрывают сделки дарения.

Ключевые слова: дарение, предпринимательский договор, коммерческие организации, односторонний отказ, недобросовестность, обогащение.

Гражданский кодекс РФ установил прямой запрет на совершение дарения между коммерческими организациями за исключением обычных подарков, стоимость которых не превышает трёх тысяч рублей (пп. 4 п. 1 ст. 575 ГК РФ) [1]. Однако, несмотря на наличие императивного запрета на совершение дарения между коммерческими организациями, действующее гражданское законодательство предоставляет ряд возможностей, позволяющих легально обойти данный запрет.

Согласно ст. 421 ГК РФ граждане и юридические лица свободны в заключении договора, в том числе свободны в выборе договорной конструкции, а также тех условий, которые составляют ее содержание. Предпринимательские договоры (т.е. договоры, заключаемые между коммерческими организациями) априори являются возмездными. При этом исполнение такого договора оплачивается по цене, установленной соглашением сторон (п. 1. ст. 424 ГК РФ). Системное применение указанных норм позволяет на практике сторонам договора согласовать тот размер цены, который позволяет удовлетворить имущественный интерес обеих сторон: этот размер может как существенно превосходить размер имущественного встречного предоставления (например, рыночной стоимости товара, себестоимости выпол-

ненных работ и т.п.), так и существенно уступать реальной стоимостной оценке встречного предоставления. Таким образом, стороны – коммерческие организации могут заключить такой возмездный договор, который фактически будет направлен на одаривание либо продавца (подрядчика, исполнителя) в ситуации, когда цена товара (работы, услуги) существенно завышена по сравнению с их реальной ценой, либо покупателя (заказчика) в ситуации, когда цена товара (работы, услуги) существенно занижена по сравнению с их реальной ценой [3. С. 161].

Очевидно, что подобные схемы дарения между коммерческими организациями при определенных условиях можно рассмотреть через призму недобросовестности и судебная практика, сложившаяся за последние два десятилетия, знает такие случаи. Вместе с тем в процесс реформирования гражданского законодательства по содержанию норм позитивного права получили объективизацию такие схемы обхода запрета на дарение между коммерческими организациями, которые исключают возможность уличить стороны в недобросовестности.

Так, коммерческие организации, решившие осуществить дарение в обход запрета, могут использовать схему с односторонним отказом от исполнения обязательства [2. С. 76]. В соответствии с п. 3. ст. 310 ГК РФ реализация права на односторонний отказ от исполнения обязательства может быть обусловлена по соглашению сторон необходимостью выплаты определенной денежной суммы. Таким образом, коммерческие организации, заключившие возмездный договор, фактически могут иметь имущественный интерес, отличный от реального исполнения обязательств, предусмотренных договором. Доказать наличие такого интереса не представляется возможным, а значит, оспорить действительность условия договора о выплате денежной компенсации за реализацию права на односторонний отказ от исполнения обязательства, а равно уличить одну из сторон договора в злоупотреблении гражданским правом невозможно. Вместе с тем, реализуя предусмотренное договором право на односторонний отказ от исполнения обязательства, поставленное в зависимость от выплаты, обусловленной соглашением сторон суммы, одна сторона, передавая другой согласованную сумму, фактически совершают сделку дарения.

Еще одной схемой одаривания выступает предусмотренный ст. 406.1 ГК РФ механизм возмещения потерь, возникших в случае наступления определенных в договоре обстоятельств. Так, в соответствии с положениями данной статьи коммерческие организации, заключая возмездный договор, могут предусмотреть обязанность одной стороны возместить имущественные потери другой стороне в случае

наступления определенных соглашением обстоятельств. Законодатель весьма специфично подходит к определению существа таких обстоятельств: они не могут быть связаны с нарушением обязательства его стороной. А значит, механизмом возмещения потерь могут воспользоваться как добросовестные субъекты предпринимательской деятельности, так и недобросовестные, которые, не имея целью исполнить заключенный договор, подобным условием договора (условием о возмещении имущественных потерь) желают прикрыть сделку дарения. При наступлении одного из согласованных обстоятельств возникнет обязанность выплаты денежного возмещения, что фактически приведет к имущественному обогащению одной стороны за счет другой. Доказать порок в совершенной сделке, которой фактически прикрывалось дарение, с позиции норм действующего законодательства невозможно.

Таким образом, можно утверждать, что положения обновленного Гражданского кодекса РФ фактически легализовали процедуру обогащения одной коммерческой организации за счет другой в отсутствие какого-либо встречного предоставления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гражданский кодекс Российской Федерации (часть вторая) от 26.01.1996 № 14-ФЗ (ред. от 29.07.2018) // Собрание законодательства РФ. – 1996. – № 5. – Ст. 410.
2. Соломин С.К. К вопросу о недостоверности ряда правовых конструкций в обязательственном праве // Вестник Омского ун-та. Серия «Право». – 2018. – № 3 (56). – С. 75–79.
3. Евангелевская Л.В. Занижение стоимости в возмездных договорах как скрытое дарение // Гуманитарные и социальные науки. – 2010. – № 3. – С. 161–173.

УДК 347.44

К ВОПРОСУ О ДОСТОВЕРНОСТИ ПРАВОВОЙ КОНСТРУКЦИИ «ЗАПРЕТ НА ДАРЕНИЕ МЕЖДУ КОММЕРЧЕСКИМИ ОРГАНИЗАЦИЯМИ»

С.В. Дьякова, студентка каф. ГП

Научный руководитель С.К. Соломин, проф. каф. ГП

г. Томск, ТУСУР, lana.dyakova.97@mail.ru

Представлен анализ правовой конструкции «запрет на дарение между коммерческими организациями»; указаны изъяны данной конструкции; обозначены механизмы законного обхода запрета на дарение между коммерческими организациями.

Ключевые слова: запрет дарения, отказ от исполнения обязательства, предоставление отступного, возмещение потерь, обход закона.

Реализация закрепленного в ст. 421 Гражданского кодекса Российской Федерации (далее – ГК РФ) принципа свободы договора предполагает, что каждый участник гражданского оборота обязан соблюдать предусмотренные законом запреты, содержащиеся в нормах императивного характера, и осуществлять гражданские права в пределах, установленных законом. Однако некоторые из таких императивных норм по своей сути таковыми не являются.

В частности, речь идет об одном из императивных запретов, оформленных в п. 1 ст. 575 ГК РФ: «Не допускается дарение, за исключением обычных подарков, стоимость которых не превышает трех тысяч рублей... в отношениях между коммерческими организациями» [1]. Подобный запрет основан на специфике деятельности коммерческих организаций: целью такой деятельности выступает получение прибыли (ст. 50 ГК РФ). Существует узкий круг ситуаций, когда можно сказать, что такая организация будет обладать чистым *animus donandi* (намерением) одарить без преследования какого-либо хозяйственного интереса. Дарение не представляет экономического интереса для коммерческих организаций, а значит, основная цель их деятельности и цель договора дарения прямо противоположны [2. С. 58]. Поэтому любые взаимоотношения коммерческих организаций по одариванию законодатель предлагает рассматривать через призму ничтожной сделки. Однако с практической точки зрения можно встретить случаи обхода данного запрета вполне законными способами [3. С. 76]. Обозначим некоторые правовые механизмы, позволяющие обойти запрет на дарение между коммерческими организациями.

1. Механизм одностороннего отказа от исполнения обязательства (ст. 310 ГК РФ). Гражданский кодекс РФ по общему правилу запрещает односторонний отказ от исполнения обязательства (одностороннее изменение его условий). Однако из данного правила существует исключение (п. 3 ст. 310 ГК РФ): в сфере предпринимательской деятельности стороны обязательства могут предусмотреть своим соглашением право на односторонний отказ от его исполнения (изменения его условий), поставив реализацию такого права под условие выплаты определенной денежной суммы. Таким образом, механизм одаривания между коммерческими организациями может быть реализован следующим образом: две стороны заключают между собой возмездный договор (например, договор возмездного оказания услуг) без намерения его исполнить; стороны предусматривают в заключенном договоре право на односторонний отказ от исполнения обязательства под выплату значительной денежной суммы (законодательно размер данной суммы не определен и может быть ограничен только в исключи-

тельных случаях судом на основании п. 2 ст. 10 ГК РФ); спустя некоторый промежуток времени после заключения договора сторона («даритель») реализует свое право на односторонний отказ от исполнения обязательства, о чем уведомляет другую сторону («одаряемого»), и выплачивает ей предусмотренную договором сумму.

2. Механизм прекращения обязательства посредством предоставления отступного (ст. 409 ГК РФ). Стороны (коммерческие организации) своим соглашением на стадии заключения возмездного договора могут предусмотреть случай прекращения обязательства по данному договору посредством предоставления отступного. Отступное может быть выражено как в уплате денежных средств, так и в передаче иного имущества. При этом закон не определяет размер отступного: он устанавливается соглашением сторон, а значит, может быть как больше, так и меньше имеющегося обязательства. Таким образом, схема одаривания с использованием ст. 409 ГК РФ может выглядеть следующим образом: коммерческие организации заключают между собой возмездный договор, в котором предусматривают возможность прекращения обязательства посредством отступного; цели исполнения обязательства стороны договора не преследуют, поэтому через некоторый промежуток времени должник («даритель») отказывается от исполнения принятого на себя обязательства и предоставляет кредитору («одаряемому») отступное.

3. Механизм возмещения потерь, возникших в случае наступления определенных в договоре обстоятельств (ст. 406.1 ГК РФ). В данном случае у одной из сторон предпринимательского договора возникает обязанность по возмещению имущественных потерь, не связанных с нарушением договора другой стороной, если стороны заранее своим соглашением предусмотрели размер возмещения таких потерь или порядок его определения. Таким образом, одаривание может быть осуществлено следующим образом: коммерческие организации намеренно заключают между собой возмездный договор, который в последующем будет признан незаключенным, предусматривая в нем условие о том, что при невозможности исполнения такого договора потери подлежат возмещению одной из сторон («одаряемому»); впоследствии при признании данного договора незаключенным согласно п. 3 ст. 406.1 ГК РФ имущественные потери подлежат возмещению в полном объеме.

Таким образом, либо норма п. 1 ст. 575 ГК РФ, устанавливающая запрет дарения между коммерческими организациями, является декларативной, исключая при этом полноценное регулирующее воздействие указанного запрета, либо рассмотренные механизмы одаривания

противоречат цели гражданско-правового регулирования, а значит, должны подлежать ревизии. Представляется, что позитивное право не должно содержать норм, применение которых может позволить коммерческим организациям обойти запрет дарения. Различного рода механизмы возмещения имущественных потерь между коммерческими организациями должны реализовываться исключительно через модель гражданско-правовой ответственности, а размер таких возмещений должен соответствовать размеру убытков, а не суммам, определяемым по соглашению сторон.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гражданский кодекс Российской Федерации (ч. 2) от 26.01.1996 № 14-ФЗ (ред. от 29.07.2018) // Собрание законодательства РФ. – 1996. – № 5. – Ст. 410.
2. Губатова Е.А. Запрет дарения. Легальный обход ограничений // Арбитражное правосудие в России. – 2008. – № 9. – С. 57–63.
3. Соломин С.К. К вопросу о недостоверности ряда правовых конструкций в обязательственном праве // Вестник Омского ун-та. Серия «Право». – 2018. – № 3 (56). – С. 75–79.

УДК 347.135.1

КОНКЛЮДЕНТНЫЕ ДЕЙСТВИЯ В СОВРЕМЕННОМ ГРАЖДАНСКОМ ПРАВЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

К.С. Горбанёв, студент каф. ГП

*Научный руководитель С.К. Соломин, проф. каф. ГП
г. Томск, ТУСУР, karilse@mail.ru*

Исследуется правовая природа конклюдентных действий как способа совершения сделок в устной форме. Проанализированы сделки, совершение которых предлагают рассматривать через призму конклюдентных действий. Определены ориентиры развития теории о конклюдентных действиях.

Ключевые слова: конклюдентные действия, форма сделок, устная форма, договор розничной купли-продажи, обычный подарок, договор присоединения.

Участники гражданского оборота вступают в общественные отношения с целью осуществления обмена, продажи, дарения различного рода вещей, принадлежащих им на праве собственности. Всё это происходит посредством совершения сделок, порождающих соответствующие права и обязанности. При этом сделки могут быть совершены как в письменной форме (простой или нотариальной), так и в устной. Сделки, совершаемые в письменной форме, по общему правилу предполагают наличие документа, подписанного сторонами (п. 1

ст. 160 ГК РФ). Помимо указанного способа совершения сделок в письменной форме, законодатель выделяет и другие, характеризующие заключение договора (п. 2 и 3 ст. 434 ГК РФ). Вместе с тем относительно сделок, совершаемых в устной форме, закон говорит лишь об одном способе – совершение сделки посредством конклюдентного действия, т.е., когда из поведения лица явствуется его воля совершить сделку (п. 2 ст. 158 ГК РФ) [1].

В отечественной правовой науке весьма широко подходят к определению сферы применения конклюдентных действий: помимо гражданского права о них говорят, в частности, в административном и градостроительном праве. При этом существуют различные позиции относительно существа таких действий. Одни считают, что конклюдентные действия являются разновидностью устных сделок [2. С. 57], другие проводят разделение таких действий на прямые (устные и письменные) и косвенные (условные действия).

В цивилистической науке перечень сделок, которые могут совершаться посредством конклюдентных действий, определяется по-разному. Существует мнение, что к таковым относятся сделки по приобретению продукции через автомат; оплата проезда в общественном транспорте; приобретение товара в супермаркетах; дарение обычного подарка; согласие сотрудничества с интернет-магазином посредством размещения галочки в соответствующем окне и т.д. Представляется, что столь широкий подход к определению случаев совершения сделок посредством конклюдентных действий является недостоверным.

В качестве примера конклюдентного действия предлагают рассматривать действия покупателя по заключению договора розничной купли-продажи: взяв товар с витрины и передав его на кассу кассиру, покупатель показывает своё согласие на его приобретение; такие конклюдентные действия исключают необходимость наличия какого-либо письменного соглашения – договора розничной купли-продажи. Считаем, что подобный подход основан на ложном понимании способа заключения договора розничной купли-продажи. Такой договор по способу заключения является примером договора присоединения (ст. 428 ГК РФ), а значит, покупатель заключает договор розничной купли-продажи посредством присоединения к предложенному продавцом договору в целом. Условия же такого договора определяются продавцом в формулярах или иных стандартных формах (например, в правилах приобретения товара в конкретном магазине). Очевидно, что такие стандартные формы выступают одним из возможных способов совершения сделки в письменной форме, а значит, совершая действия по приобретению товара в конкретном магазине розничной сети, покупатель исполняет договор розничной купли-продажи, заключенный

в письменной форме. Выдача кассового или товарного чека при приобретении товара лишь подтверждает, что договор розничной купли-продажи заключен в надлежащей письменной форме [3. С. 88–89].

Аналогична квалификация действий и при приобретении товаров с использованием автоматов, и при приобретении товаров по образцам и дистанционным способом: каждый раз, совершая то или иное действие по приобретению товара, покупатель совершает те действия, которые предписаны соответствующими правилами, оформленными в письменной форме. А значит, и те договоры, заключением которых опосредуется продажа товаров с использованием автоматов (а равно, продажа товаров по образцам или дистанционным способом), заключаются в письменной форме.

Вообще модель договора присоединения (как способа заключения договора) характеризует все те договоры, которые по критерию степени обязательности исполнения относятся к публичным договорам (ст. 426 ГК РФ). А значит ни оплата проезда в общественном транспорте, ни внесение цены по договору бытового подряда, ни внесение арендной платы за прокат имущества не подлежат квалификации в качестве конклюдентных действий, посредством совершения которых заключается договор перевозки пассажиров, договор бытового подряда, договор проката соответственно.

Возможно, договор дарения обычного подарка можно было бы отнести к разряду сделок, которые совершаются посредством конклюдентных действий. Однако и здесь возникает ряд возражений. В частности, такой договор (по критерию момента совершения) строится по модели реального договора, а значит, любое молчаливое вручение подарка и его принятие определяют лишь момент совершения сделки в устной форме, но не выступают способом совершения сделки в устной форме.

Таким образом, обозначенные в доктрине примеры конклюдентных действий как способа совершения сделок в устной форме являются недостоверными, что, свою очередь, предопределяет необходимость дальнейшего теоретического осмысления исследуемой категории.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гражданский кодекс Российской Федерации (часть первая) от 30.11.1994 №51-ФЗ (ред. от 03.08.2018) // Собрание законодательства РФ. – 1994. – № 32. – Ст. 3301.
2. Арсланов К.М. Формальные требования к сделке по законодательству России и Германии // Ученые записки Казанского университета. – 2014. – №4. – С. 54–62.
3. Мельник А.В. Конклюдентные действия в гражданском праве России // Гражданское законодательство РФ: современное состояние, тенденции и перспективы развития. – 2018. – № 1. – С. 87–90.

ПРОЯВЛЕНИЕ КОМПЛЕКСНОСТИ В ПРЕДМЕТЕ ДОГОВОРА КОММЕРЧЕСКОЙ КОНЦЕССИИ

И.Р. Исаченко, студент каф. ГП

Научный руководитель С.К. Соломин, проф. каф. ГП

г. Томск, ТУСУР, isachenko71-1997@mail.ru

Обобщены подходы к пониманию предмета договора коммерческой концессии; определена его наиболее оптимальная модель. Высказывается суждение о необходимости разграничения предмета и объекта договора коммерческой концессии. Сформулированы предложения по совершенствованию норм Гражданского кодекса РФ.

Ключевые слова: предмет договора коммерческой концессии, комплекс исключительных прав, право на коммерческое обозначение, франчайзинг.

Коммерческая концессия является одним из эффективных и удобных способов осуществления предпринимательской деятельности. Она популярна как среди начинающих предпринимателей, не имеющих финансовых возможностей для самостоятельного выхода на рынок продажи товаров (выполнения работ, оказания услуг), так и среди представителей крупного бизнеса, использующего коммерческую концессию для минимизации предпринимательских рисков посредством использования «раскрученных» брендов.

Институт договора коммерческой концессии является сравнительно молодым правовым институтом российского гражданского права. Договор коммерческой концессии соответствует широко известному в мировой практике договору франчайзинга. Вместе с тем адаптированный к реалиям российской действительности, этот договор получил свое собственное специфическое правовое регулирование, что породило различные проблемы и споры, возникающие как на практике, так и в научной литературе.

Одна из основных проблем договора коммерческой концессии заключается в неопределённости предмета данного договора, что, в первую очередь, связано с содержанием дефинитивной нормы п. 1 ст. 1027 ГК РФ.

В отечественной цивилистической доктрине сложилось несколько подходов к пониманию предмета договора коммерческой концессии. При этом научная дискуссия формировалась либо вокруг вопроса о допустимости разграничения предмета и объекта договора коммерческой концессии, либо вокруг вопроса о допустимости выделения основного и дополнительного предмета этого договора. Одни ученые отождествляют предмет и объект договора коммерческой концессии

[1]. Другие выделяют сложный предмет, состоящий из двух элементов, где основным элементом является комплекс исключительных прав, передаваемых пользователю, а дополнительным – действия правообладателя по контролю за качеством, оказанию технического и консультативного содействия и др. [2]. Третьи предлагают разграничивать предмет и объект договора коммерческой концессии [3].

Из буквального толкования ст. 1027 ГК РФ, а также анализа ст. 1028 ГК РФ можно сделать вывод о том, что правообладатель обязуется передать право использования комплекса принадлежащих правообладателю исключительных прав, что и будет являться предметом договора. Объектами же договора являются непосредственно сами исключительные права, право использование которых передается пользователю. Подобный подход исключает возможность рассмотрения в качестве предмета договора действие по передаче исключительных прав.

Комплексность объекта, право использования которого передается по договору коммерческой концессии, является конститутивным признаком, без которого данная договорная конструкция утрачивает свое практическое значение. Именно комплексность объекта позволяет отграничить договор коммерческой концессии от лицензионного договора.

Комплекс исключительных прав включает в себя обязательный элемент (право на товарный знак и знак обслуживания), без которого данный договор не может быть заключен, а также дополнительный элемент (дополнительные объекты, право использования которых может быть передано по соглашению сторон). Среди таких дополнительных объектов особого внимания заслуживает право на коммерческое обозначение.

Из анализа ст. 1539 ГК РФ можно сделать вывод о том, что использование данного исключительного права без передачи предприятия в целом не представляется возможным, что в значительной степени может сказаться на становлении и развитии предпринимательской деятельности пользователя.

Договор коммерческой концессии позволяет передать право использования данного средства индивидуализации предприятия вне самого предприятия. Определяющим элементом в данном случае выступает факт регистрации комплекса исключительных прав как единого целого, а не отдельных его элементов.

Четкое разграничение предмета и объекта договора коммерческой концессии позволяет усомниться в достоверности подхода, согласно которому к комплексу объектов, используемых пользователем,

предлагают относить деятельность правообладателя по оказанию технического и иного содействия в осуществлении предпринимательской деятельности, а также контроль за качеством осуществляемой пользователем деятельности. Такую деятельность необходимо рассматривать исключительно через призму обязанностей, предусмотренных ст. 1031 ГК РФ: они возникают из заключенного договора и подразумевают под собой совершение правообладателем определенных действий в отношении пользователя, что в большей степени характеризует динамику обязательственных правоотношений сторон договора.

С целью оптимизации дефинитивной нормы ст. 1027 ГК РФ предлагаем изложить пункт первый этой статьи в следующей редакции:

«По договору коммерческой концессии одна сторона (правообладатель) обязуется предоставить другой стороне (пользователю) за вознаграждение на срок или без указания срока право использовать в предпринимательской деятельности пользователя комплекс принадлежащих правообладателю исключительных прав.

Комплекс исключительных прав (объектов), принадлежащих правообладателю и подлежащих передаче пользователю для использования в предпринимательской деятельности, включает в себя: право на товарный знак или знак обслуживания, право на коммерческое обозначение, а также иные объекты исключительных прав по соглашению сторон».

ЛИТЕРАТУРА

1. Брагинский М.И., Витрянский В.В. Договорное право. Договоры о выполнении работ и оказании услуг: учеб. – Кн. 3. – М.: Статут, 2002. – 1054 с.
2. Соломонов Е.В., Юрицин А.А. Существенные условия договора коммерческой концессии // Вестник Омского ун-та. – 2015. – № 3 (44). – С. 113–116.
3. Дьяченко Д. Фатальный успех концессии // Бизнес-адвокат. – 2000. – № 5. – С. 1–12.

УДК 347.44

ОБЕСПЕЧИТЕЛЬНАЯ ФУНКЦИЯ УСЛОВНОГО ДЕПОНИРОВАНИЯ

В.Е. Пиеничников, студент каф. ГП

*Научный руководитель С.К. Соломин, проф. каф. ГП
г. Томск, ТУСУР, pshenichnicovviktor1997@gmail.com*

Исследованы особенности новой договорной конструкции – договора условного депонирования; определены правовая природа, роль и место договора условного депонирования как непоименованного способа обеспечения

исполнения гражданско-правового обязательства по российскому гражданскому праву.

Ключевые слова: договор условного депонирования, эскроу, непониманный способ обеспечения исполнения обязательств, обеспечение исполнения обязательств, обеспечительная функция.

Гражданское законодательство предусматривает меры защиты кредиторов по обязательствам, возникшим из договора, в целях добросовестного и своевременного их исполнения. Они именуются как способы обеспечения исполнения обязательств и регулируются нормами гл. 23 ГК РФ. В ст. 329 ГК РФ предусмотрены основные способы обеспечения исполнения обязательств, перечень которых не является закрытым. Законодатель допускает возможность существования и иных способов, не противоречащих закону и самой сущности гражданско-правового регулирования отношений. К последним следует отнести договор условного депонирования.

Под способами обеспечения исполнения обязательств подразумеваются специальные меры, которые в достаточной степени гарантируют исполнение основного обязательства и стимулируют должника к надлежащему поведению [1. С. 18]. Как правило, способы обеспечения исполнения обязательств носят акцессорный характер по отношению к основному (обеспечиваемому) обязательству [2. С. 82]. Однако каждое правило имеет свои исключения. К таковым относится договор условного депонирования, порождающий самостоятельные обязательства, действительность и динамика которых не зависят от обеспечиваемого обязательства.

В цивилистической науке выделяют стимулирующую, пресекательную, компенсационную, обеспечительную и штрафную функции способов обеспечения исполнения обязательств. При этом обеспечительная функция выступает квалифицирующим признаком любого такого способа. Обозначим особенности проявления обеспечительной функции договора условного депонирования.

Согласно норме п. 1 ст. 926.1 ГК РФ «по договору условного депонирования (эскроу) депонент обязуется передать на депонирование эскроу-агенту имущество в целях исполнения обязательства депонента по его передаче другому лицу, в пользу которого осуществляется депонирование имущества (бенефициару), а эскроу-агент обязуется обеспечить сохранность данного имущества и передать его бенефициару при возникновении указанных в договоре оснований».

В российское законодательство конструкция договора эскроу заимствована из общего права, в котором эскроу воспринимается как «счет третьей стороны»: договор эскроу обеспечивает надлежащее

исполнение договорных обязательств контрагентами, путем вкрапления в их взаимоотношения третьей незаинтересованной стороны, на счете которой удерживаются денежные средства до момента исполнения всех обязательств по договору, во исполнение которого он был заключен.

По российскому гражданскому праву договору эскроу присущи следующие черты, которые характерны для способов обеспечения исполнения обязательств: заключается во исполнение основного обязательства, возникшего между сторонами из договора; заключается, как правило, в интересах одной из сторон договора; имеет материальную форму объективизации; носит обязательственно-правовой характер и имеет своей целью содействие исполнению обязательства, оказавшегося основанием его установления [3. С. 519]; стимулирует стороны к добросовестному исполнению обязательств по договору.

Считаем, что обеспечительная функция договора условного депонирования проявляется в следующих аспектах:

1. Конструкция договора условного депонирования позволяет производить безопасный и эффективный расчет между сторонами, который гарантируется наличием третьего лица – эскроу-агента: до тех пор, пока бенефициар не исполнит свое обязательство перед депонентом, возникшее из основного договора, он не сможет забрать свое имущество от эскроу-агента (п. 2 ст. 926.1 ГК РФ).

В рамках договора условного депонирования происходит исполнение основного (обеспечиваемого) обязательства, основанием возникновения которого могут выступать различного рода гражданско-правовые договоры (договор купли-продажи, аренды, подряда, возмездного оказания услуг и т.д.); кредитор по основному обязательству является бенефициаром по договору условного депонирования, а должник является депонентом. Посредством услуги депонирования происходит расщепление исполнения основного обязательства (передачи имущества) на два самостоятельных акта – акт передачи имущества в пользу бенефициара и акт принятия имущества бенефициаром. Наличие между указанными актами некоторого известного промежутка времени, окончание которого обусловлено возникновением указанного в договоре основания, обеспечивает защиту интересов сторон основного обязательства.

2. Депонируемое имущество обладает специфичным правовым режимом: на него не может быть обращено взыскание; оно не подлежит аресту; в отношении него не могут быть приняты обеспечительные меры по долгам эскроу-агента либо депонента (п. 1 ст. 926.7 ГК РФ). Переданное на депонирование имущество обособляется от любо-

го другого имущества депонента, что позволяет обеспечить удовлетворение интереса бенефициара независимо от того, изменится ли в период действия договора условного депонирования имущественное положение депонента.

Можно выделить две модели динамики договора условного депонирования в зависимости от направленности обеспечительной функции.

Модель «обеспечения имущественного интереса бенефициара». Данная модель реализуется в рамках нормальной динамики договора: депонент передает эскроу-агенту объект депонирования, который при определённых в договоре условиях передается бенефициару; до этого момента имущество находится у эскроу-агента и распоряжаться им не может ни одна из сторон до исполнения соответствующего обязательства по основному договору.

Модель «обеспечения имущественного интереса депонента». Эта модель реализуется в случаях прекращения договора условного депонирования по основаниям, отличным от основания, позволяющего достичь его основную цель: имущество, переданное эскроу-агенту, подлежит возврату депоненту.

Таким образом, договор условного депонирования создает условия для надлежащего исполнения обязательств, возникающих из основного договора; предоставляет гарантию защиты имущественных интересов сторон основного договора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хаметов Р., Миронова О. Обеспечение исполнения обязательств: договорные способы // Российская юстиция. – 1996. – № 5. – С. 18–20.
2. Гражданское право: учеб.: в 2 т. – Т. 2 / под ред. Б.М. Гонгало. – М.: Статут, 2017. – 543 с.
3. Гражданское право: учеб. – Ч. I: / под ред. Ю.К. Толстого, А.П. Сергеева. – М.: Проспект, 1998. – 575 с.

СЕКЦИЯ 6

ЭКОЛОГИЯ И МОНИТОРИНГ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

*Председатель – Карташев А.Г., проф. каф. РЭТЭМ, д.б.н.;
зам. председателя – Денисова Т.В., доцент каф. РЭТЭМ, к.б.н.*

УДК 691:504.05:711

РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИЙ «ЗЕЛЕННОГО» СТРОИТЕЛЬСТВА КАК КЛЮЧЕВОЙ ФАКТОР СОЗДАНИЯ КОМФОРТНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В ГОРОДАХ

*Т.А. Серых, В.Т. Бадретдинова, студентки
научно-образовательного центра Н.М. Кижнера
Научный руководитель М.С. Егорова, ассистент
г. Томск, НИ ТПУ, serihtatiana@gmail.com*

Обозначена проблема ухудшения экологии современных городов вследствие развития технологий. Изучены аспекты «зеленого» строительства как одного из направлений создания комфортных экологических условий в городах. Разработана технология гранулированного пеностекла, позволяющая использовать любой стеклобой для получения эффективного продукта и экологичного материала для использования в строительстве, способствующая развитию «зеленого» строительства, ведущего к улучшению экологии страны.

Ключевые слова: ухудшение экологии городов, «зеленое» строительство, технология гранулированного пеностекла, экологичный строительный материал, эффективный продукт, комфортная среда обитания.

На сегодняшний день вследствие стремительного развития технологий экология современного мира находится в критическом состоянии. Особенно страдает экология современных городов, что в свою очередь приводит к ухудшению здоровья и самочувствия населения. Для решения обозначенной проблемы существует несколько направлений, одним из которых является «зеленое» строительство, которое используется для создания комфортных экологических условий в городах. Данный вид строительства повышает уровень качества зданий, создает комфортную рабочую атмосферу и среду проживания, отвечает запросам нынешнего поколения в удовлетворении своих потребностей, а также уменьшает расходы на возведение такого сооружения [1].

В России, особенно в Сибирском федеральном округе, очень суровый климат. В таких условиях теплоизоляционные материалы безусловно являются востребованными. Сейчас на рынке представлен огромный спектр теплоизоляционных материалов: органических и неорганических. Но стоит отметить, что в современных реалиях, органические теплоизоляционные материалы уступают по многим характеристикам неорганическим.

Пеностекло может служить лучшим утеплителем, так как оно не поглощает воду и остается сухим, следовательно, его теплоизоляционные характеристики не снижаются, в отличие от других утеплителей. Преимуществами являются неизменность геометрических размеров, отсутствие коррозии, а также его высокая прочность и негорючесть, что позволяет строить огнезащитные конструкции. Пеностекло экологически безопасно, так как не выделяет никаких вредных веществ.

Гранулированное пеностекло классическим способом получают из специально сваренного стекла или стеклобой определенной химического состава. Для получения пеностекла используют углеродистые газообразователи, которые вступают в реакцию с компонентами стекла и приводят к вспениванию системы.

Применение специально сваренного стекла ведет к удорожанию продукта, тогда как основная масса отходов разносортного стеклобоя остается неиспользованной [2].

Целью работы авторов исследования была разработка технологии гранулированного пеностекла, позволяющей использовать любой стеклобой для получения эффективного продукта. Для достижения данной цели в качестве газообразователя в работе использовалось жидкое стекло – водный раствор силиката натрия.

Задачей данного исследования было подобрать состав и режим обжига для получения материала с наименьшей плотностью и с однородной пористой структурой.

Для проведенных исследований был выбран смешанный стеклобой тарного и оконного стекол, размолотый до удельной поверхности 150–200 м²/кг. Было выбрано четыре экспериментальных состава, в которых варьировалось соотношение компонентов. В трех составах менялся процент жидкого стекла от 17,8 до 22,3% мас. В одном в качестве газообразователя использовался глицерин в количестве 1,5%. Содержание воды в использованном жидком стекле составляло 55%, силикатный модуль равен трем.

Компоненты смеси тщательно перемешивались в быстроходном смесителе, затем из нее формовались образцы в виде цилиндров в пресс-форме с диаметром 11,8 мм при удельном давлении 3,5 МПа.

Далее образцы сушились до абсолютной влажности $< 2 \%$ мас. и подвергались термической обработке при температуре 850°C .

В результате проведенных исследований состав с глицерином показал себя неудовлетворительно – давал плотноспеченную гранулу с небольшими пористыми областями, в дальнейших исследованиях глицерин не использовался. Оптимальным был выбран состав с 20% содержанием жидкого стекла. На следующем этапе исследовали влияние времени выдержки на макроструктуру. Наилучшие результаты достигнуты авторами исследования при выдержке 30 мин, плотность гранул составила $200\text{--}250 \text{ кг/м}^3$.

На основе проведенных исследований подобран состав для получения пеностеклового гранулята и выбран температурный режим обжига [3].

Таким образом, использование в строительстве разработанного авторами исследования экологичного материала будет способствовать развитию «зеленого» строительства, с помощью которого будет улучшаться экология страны, а последующие поколения смогут жить в комфортной среде обитания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зеленое строительство. Здания жилые и общественные. Рейтинговая система оценки устойчивости среды обитания. СТО НОСТРОЙ 2.35.4, 2011. – М.: НП «АВОК», ОАО «Центр проектной продукции в строительстве», 2011.
2. Казьмина О.В. Основы технологии пеностеклокристаллических материалов из кремнеземистого сырья при температурах $800\text{--}900^{\circ}\text{C}$ // Техника и технология силикатов. – 2010. – № 2.
3. Бадретдинова В.Т. Разработка технологии гранулированного пеностекла / В.Т. Бадретдинова, Т.А. Серых // Химия и химическая технология в XXI веке: матер. XIX Междунар. науч.-практ. конф. студентов и молодых ученых им. проф. Л.П. Кулёва, 21–24 мая 2018 г., г. Томск. – Томск: Изд-во ТПУ, 2018. – С. 43–44.

УДК 665.66.081.2

НАНОЧАСТИЦЫ НА ОСНОВЕ ЖЕЛЕЗА КАК СОРБЕНТЫ В ПРОЦЕССАХ ВОДООЧИСТКИ ОТ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Чан Туан Хоанг, магистрант ИЯТШ, ТПУ

*Научный руководитель А.В. Мостовицков, с.н.с., ИЯТШ, к.т.н.
г. Томск, НИ ТПУ, cungbinh9327@gmail.com*

Исследованы физико-химические свойства магнитных частиц на основе железа, модифицированных диоксидом кремния. Изучены процессы сорбции метиленового голубого, эозина и доксорубина на частицах. Определена их

максимальная сорбционная ёмкость. Полученные изотермы обработаны в координатах уравнений Ленгмюра и Фрейдлиха.

Ключевые слова: магнитные наночастицы, краситель, доксорубицин, уравнение Ленгмюра.

В настоящее время органические вещества широко используются в химической и фармацевтической промышленности [1–3]. Значительное количество этих веществ попадает в водную среду, что повышает экологический риск. Таким образом, для снижения экологических рисков и уменьшения загрязнения экосистемы необходима целевая система контроля-высвобождения (очистки) органических соединений.

Существуют различные методы очистки воды: флокуляция, ионный обмен, сорбция, фильтрация и др. Сорбционный метод является самым распространённым вследствие его эффективности, доступности и низкой цены. Таким образом, разработка нового, более эффективного сорбента для процессов сорбционной водоочистки является актуальной задачей.

Данная работа посвящена исследованию физико-химических свойств наночастиц на основе железа и их сорбционной способности для процессов водоочистки по отношению к органическим соединениям: метиленовому голубому, эозину, доксорубицину.

Материалы и методы. В качестве сорбента были выбраны наночастицы железа (МН), полученные электрическим взрывом проводников, покрытые диоксидом кремния. Для определения состава синтезированного магнетита частицы исследовали методом рентгенофазового анализа с использованием дифрактометра SHIMADZU XRD-6000 (Япония).

В качестве адсорбатов были выбраны: катионный краситель метиленовый голубой, анионный краситель эозин и противоопухолевый препарат доксорубицин. Оптическую плотность растворов определяли с помощью спектрофотометра «ArelPD-303UV» (Япония) по максимумам полос поглощения (метиленовый голубой – 660 нм, эозин – 490 нм и доксорубицин – 490 нм) [4].

Результаты. На рис. 1 приведена дифрактограмма МН. Зафиксированные дифракционные максимумы при углах 57,48; 85,19; 111,62° относятся к кристаллической фазе железа. Таким образом, железо является единственной кристаллической фазой, присутствующей в образце. На дифрактограмме (см. рис. 1) не зафиксированы характеристические дифракционные максимумы для SiO_2 , что может быть связано с его рентгеноаморфной структурой.

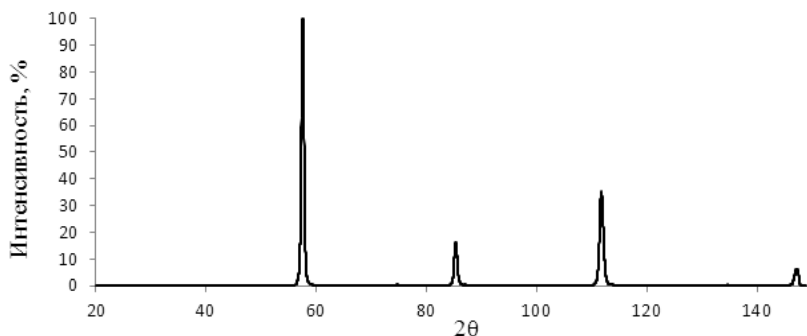


Рис. 1. Рентгеновская дифрактограмма МН

На рис. 2 представлены изотермы сорбции метиленового голубого, эозина и доксорубина на МН.

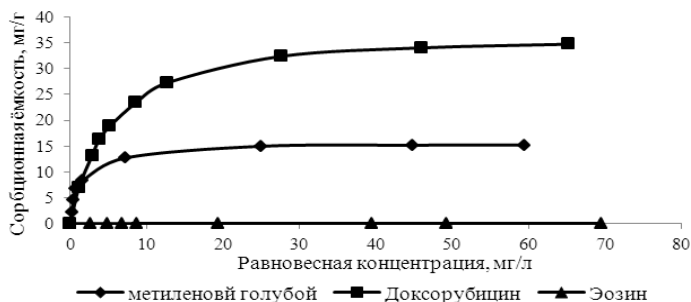


Рис. 2. Изотермы сорбции метиленового голубого, эозина и доксорубина на МН

Из рис. 2 видно, что доксорубин и метиленовый голубой хорошо сорбируются, а эозин нет. Это связано с тем, что доксорубин и метиленовый голубой в водном растворе диссоциируют и образуют катионы, а эозин диссоциирует с образованием анионов. На основании этого предполагается, что процесс сорбции происходит по электростатическому механизму между отрицательным зарядом активных центров поверхности сорбента и катионами адсорбата.

Полученные изотермы обработаны в координатах уравнений Ленгмюра и Фрейдлиха. Вследствие высоких значений коэффициента корреляции изотермы сорбции можно отнести к Ленгмюровскому типу. Это свидетельствует о том, на поверхности адсорбента образуется мономолекулярный слой адсорбатов [5]. Максимальная сорбционная ёмкость составляла 15,62 и 37,59 мг/г для метиленового голубого и доксорубина соответственно.

Выводы. Получены магнитные наночастицы железа, состоящие из кристаллического ядра железа с аморфной оболочкой SiO_2 .

Установлено, что полученные наночастицы имеют высокую сорбционную ёмкость по отношению к катионному красителю метиленовому голубому (15,62 мг/г) и к противоопухолевому препарату доксорубину (37,59 мг/г). Это даёт возможность использовать их в процессах водоочистки на химических и фармацевтических предприятиях для сорбции катионных примесей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Jiang J., Zou J., Zhu L. et al. Degradation of methylene blue with H_2O_2 activated by peroxidase-like Fe_3O_4 magnetic nanoparticles // J. of Nanoscience and Nanotechnol. – 2011. – № 11. – P. 4793–4799.
2. Li Zhou, Chao Gao, Weijian Xu. Magnetic dendritic materials for highly efficient adsorption of Dyes and Drugs // Applied materials and interfaces. – 2010. – Vol. 2, № 5. – P. 1483–1491.
3. Юрмазова Т.А., Шахова Н.Б., Чан Т.Х., Планкина М.В. Адсорбция нефтепродуктов и неорганических ионов на минеральном сорбенте // Изв. Том. политехн. ун-та. Инжиниринг георесурсов. – 2018. – Т. 329, № 5. – С. 125–134.
4. Шарло Г. Методы аналитической химии. – Ч. 2. – М.: Химия, 1969. – 774 с.
5. Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии (Поверхностные явления и дисперсные системы). – М.: Химия, 1982. – 400 с.

УДК 630*432.1:911.37:519.87

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ФРОНТА ВЕРХОВОГО ЛЕСНОГО ПОЖАРА

А.Ю. Коржова, магистрант ОКД

*Научный руководитель В.А. Перминов, проф. ОКД, д.ф.-м.н.
г. Томск, НИ ТПУ, perminov@tpu.ru*

Проведено математическое моделирование распространения фронта верхового лесного пожара. В работе приведены постановка и методика решения задачи о зажигании леса. Подход к моделированию данной задачи основан на использовании стандартных нестационарных двумерных уравнений сохранения, которые решаются численно при входных условиях, характерных для крупных лесных пожаров.

Ключевые слова: математическая модель, лесной пожар, дифференциальное уравнение, конечный объем, численный метод.

С помощью математических моделей можно описать физико-химические процессы, имеющие место при разных типах лесных по-

жаров, а также изучить влияние различных факторов на развитие и другие характеристики лесного пожара. Метод математического моделирования дает возможность описать самые важные характеристики лесного массива, приземного слоя атмосферы и условия распространения лесных пожаров [1].

1. Физическая постановка задачи.

Чаще всего возгорание происходит в нижнем ярусе леса в напочвенном покрове, а затем огонь охватывает полог леса; другими словами верховой лесной пожар происходит в результате перехода из низового в верховой лесной пожар [2]. Предположим, что на напочвенном покрове имеется область с повышенной температурой, очаг низового пожара, который имеет некоторые размеры на определенной высоте над пологом леса с заданной скоростью ветра. Под воздействием очага горения низового пожара происходит инертный прогрев ЛГМ в пологе леса, испаряется влага, далее происходит пиролиз с выделением конденсированных и летучих продуктов пиролиза, которые впоследствии воспламеняются. Формируется фронт горения, который перемещается по пологу леса под действием ветра [3].

2. Методика решения.

Для решения поставленной задачи воспользуемся методом контрольного объема. Данный метод подразумевает на первом этапе разбить расчетную область на определенное количество непересекающихся контрольных объемов так, чтобы каждая узловая точка содержалась только в одном объеме. На втором этапе интегрируем дифференциальные уравнения по каждому контрольному объему. Полученный в результате интегрирования дискретный аналог выражает закон сохранения для параметра состояния Φ в каждом конечном контрольном объеме [4].

3. Результаты расчетов.

В результате математического моделирования в данной работе получили картины процесса возникновения фронта верхового лесного пожара в результате зажигания полога леса от заданного очага горения. Для визуализации полученных результатов и построения графиков была использована программа MATLAB. Числами 1–4; 2–3; 3–2; 4–1,5; 5–1,2 обозначены значения изотерм безразмерной температуры, которую определяем следующим образом: $T = T/T_b$, $T_b = 300$ К.

Из рис. 1, 2 видно, что в результате воздействия очага низового лесного пожара произошло воспламенение полога леса и область горения продвигается по направлению ветра вглубь лесного массива. Также видно, что с течением времени за счет зоны горения происходит прогрев полога леса в горизонтальном и вертикальном направле-

ниях. В результате данного процесса происходит сушка и начинается процесс пиролиза лесных горючих материалов, тем самым обеспечивается дальнейшее распространение лесного пожара по пологу леса [3].

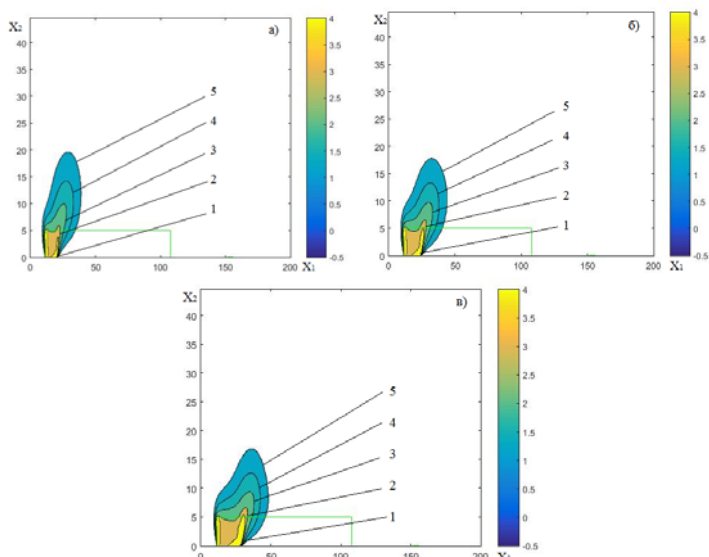


Рис. 1. Распространение верхового лесного пожара при скоростях 5, 7, 10 м/с в момент времени 10 с

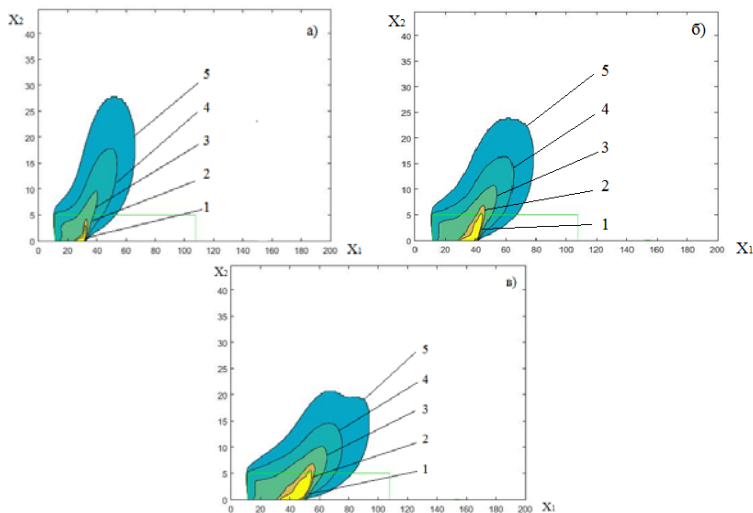


Рис. 2. Распространение верхового лесного пожара при скоростях 5, 7, 10 м/с в момент времени 15 с

Закключение. В данной работе была разработана математическая модель распространения фронта верхового лесного пожара. Были проведены многочисленные расчеты по описанию воздействия верховых лесных пожаров. Получен анализ данных и были визуализированы результаты расчетов с помощью ПО MATLAB.

ЛИТЕРАТУРА

1. Халдина Е.А. Математическое моделирование распространения лесных пожаров с учетом противопожарных преград // Вестник науки Сибири. – 2013. – № 4(10). – С. 98–103.
2. Перминов В.А. Математическое моделирование возникновения верховых и массовых лесных пожаров // Вестник Том. гос. ун-та. – 2010. – 283 с.
3. Перминов В.А. Численное решение задачи о распространении верхового лесного пожара в трехмерной постановке // Вестник Том. гос. ун-та. – 2009. – № 1(16).
4. Гришин А.М., Зятнин В.И., Перминов В.А. Экспериментальное исследование перехода низового лесного пожара в верховой // ВИНТИ. – 1991. – № 982-91. – С. 22.

УДК 536.423.16

ИСПАРЕНИЕ КАПЛИ ВОДОМЕТАНОЛЬНОГО РАСТВОРА В ПРОЦЕССЕ ЕГО УТИЛИЗАЦИИ

А.С. Наумкин, аспирант ИШЭ

Научный руководитель Б.В. Борисов, проф. ИШЭ, д.ф.-м.н.

г. Томск, НИ ТПУ, alexnaumserv93@mail.ru

Проведено численное и физическое моделирование процесса испарения капли раствора в объеме при воздействии высокой температуры внешней среды. Представлена зависимость удельной и объемной скоростей испарения от времени. Определен коэффициент аккомодации для достижения положительной корреляции численной и физической моделей.

Ключевые слова: математическое моделирование, испарение капли, число аккомодации, удельная скорость испарения.

Требования к технологическим процессам по отношению к воздействиям на окружающую среду постоянно повышаются. По окончании технологического цикла промышленные отходы необходимо подвергать очистке до требуемой степени безопасности для экологии [1]. Один из методов достижения этого является процесс термического обезвреживания [2, 3], которое реализуется путем подачи промышленных стоков в зону горения топливного газа. Испарение стоков является одной из составляющей этой технологии утилизации [4].

Целью данной работы является разработка математической модели процесса испарения капли водометанольного раствора (ВМР) в

программном комплексе ANSYS fluent на основе результатов физического моделирования этого процесса.

Рассматриваются капли ВМР с содержанием объёмной доли метанола в воде 1%. Для имитации факела и определения скорости испарения капля помещается в муфельную печь Nabertherm R 50/250/13 производительностью 1,6 кВт, нагреваемая область которой имеет цилиндрическую форму с размерами 50×450 мм. Температура внутри печи поддерживается 700°C с помощью встроенного в печь терморегулятора.

В соответствии с предварительным планированием экспериментов каждая серия измерений проводится при одинаковых условиях 5 раз. Для регистрации динамики процесса используется высокоскоростная видеокамера Phantom v411 со скоростью кадров 4200 к/с и разрешением 1280×800 пикселей. Покадровый анализ геометрии капли производится с помощью программы «Tema Automotive» [5]. На основе этого анализа рассчитывается объёмная и массовая скорость испарения капли.

Характеристики тепломассообмена в данном объекте экспериментально определить чрезвычайно затруднительно, поэтому поля температур и концентраций паров с их динамикой изменения по времени определяются численным (имитационным) моделированием. Для этого рассматривается задача нагрева и испарения капли ВМР радиусом r_1 , помещенной в печь радиусом r_2 с постоянной температурой стенки (рис. 1). При постановке задачи предполагалось, что теплофизические свойства газа и жидкости не зависят от температуры. Удельная теплоемкость смеси определяется как сумма массовых долей каждого компонента. Воздух рассматривается как абсолютно прозрачная для теплового излучения (диатермическая) среда, а эффект вязкой диссипации энергии отсутствует. В начальный момент времени температура для капли ВМР принималась T_1 , для воздуха – T_2 .

Численный анализ проведен с использованием алгоритмов Mixture в Multiphase model с использованием неявных сил, Energy, Radiation, P1, реализующихся в среде fluent [6].

На рис. 2 представлены результаты физического и численных экспериментов при помещении капли в печь с температурой нагретой среды 973 К. Численные эксперименты проведены при коэффициентах аккомодации 0,1; 0,105; 0,1065.

Из физического эксперимента определены зависимости скорости испарения от начальной концентрации метанола в ВМР и температуры внешней среды, создаваемой в условиях муфельной печи. Сопоставление результатов математического и физического моделирования

позволило определить коэффициент аккомодации для использованной в среде fluent [6], которая соответствует наилучшей корреляции результатов численного и физического моделирования. Искомый коэффициент аккомодации равен 0,1065.

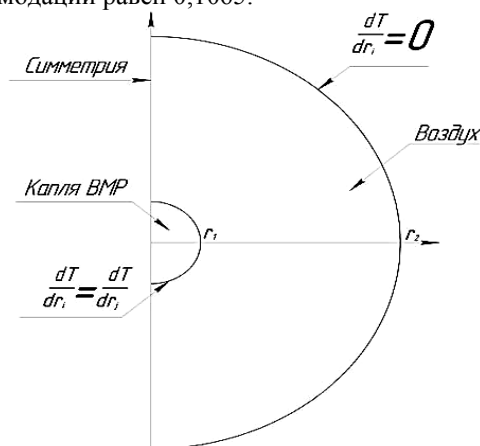


Рис. 1. Схема области решения

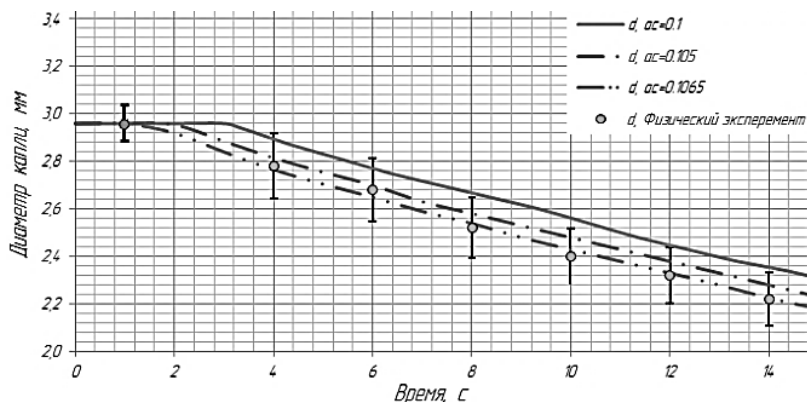


Рис. 2. Динамика изменения диаметра капли во времени

Данные параметры процесса испарения предполагается использовать в дальнейших исследованиях по утилизации ВМР с целью выбора наиболее эффективных режимов этого процесса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов В.П., Дронченко В.А. Утилизация сточных вод с нефтесодержащими отходами эмульгированием и сжиганием // Вестник Белорусской гос. сельскохозяй. академии. – 2015. – № 4.

2. Бахонина Е.И. Современные технологии переработки и утилизации углеводородсодержащих отходов. Сообщение 1: Термические методы утилизации и обезвреживания углеводородсодержащих отходов // Башкирский химический журнал. – 2015. – Т. 22, № 1.

3. Дмитриева О.А. Снижение выбросов узла газо-факельного хозяйства ОАО «Газпром Нефтехим Салават» // Научный альманах. – 2017. – № 2-3. – С. 53–55.

4. Созонов Н.А., Белобородов А.В., Теньковский Д.В. Горизонтальные факельные установки ООО «ТЮМЕННИИГИПРОГАЗ» // Экспозиция Нефть Газ. – 2012. – № 7 (25).

5. Anufriev I.S. et al. Conditions of explosive evaporation at the phase interface in an inhomogeneous droplet // Technical Physics Letters. – 2015. – Vol. 41, No. 8. – P. 810–813.

6. Rybdylova O. et al. A model for droplet heating and its implementation into ANSYS Fluent // International Communications in Heat and Mass Transfer. – 2016. – Vol. 76. – P. 265–270.

УДК 574.34

ВЛИЯНИЕ ОБРАЗА ЖИЗНИ И ОСНОВНЫХ КЛИНИКО-МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК БОЛЬНЫХ ОПУХОЛЬЮ ГОЛОВЫ И ШЕИ НА ОБЩУЮ ВЫЖИВАЕМОСТЬ

*Ю.А. Небова, магистрант каф. цитологии и генетики НИ ТГУ, лаборант-исследователь лаб. онковирусологии Томского НИМЦ;
В.А. Бычков, с.н.с. лаб. онковирусологии Томского НИМЦ, к.м.н.;
Н.В. Литвяков, доцент каф. физиологии человека и животных НИ ТГУ, зав. лаб. онковирусологии Томского НИМЦ, д.б.н.
г. Томск, Томский НИМЦ, НИ ТГУ, Julia.nebova@gmail.com*

Выявлены анамнестические, клинико-морфологические и вирусологические факторы риска, оказывающие влияние на общую выживаемость пациентов с опухолью головы и шеи. По результатам исследования, поражение регионарных лимфатических узлов метастазами опухоли, а также употребление алкоголя в анамнезе приводили к значимому снижению общей выживаемости больных, а небольшая распространенность опухоли и проведение химио-и/или лучевой терапии приводили к увеличению выживаемости пациентов на уровне тенденции.

Ключевые слова: опухоль, радиотерапия, смертность.

Актуальность. По данным ВОЗ, опухоли головы и шеи (ОГШ) находятся на 6-м месте среди наиболее распространенных видов рака в мире, уровень смертности от ОГШ достигает 500 000 человек ежегодно [1, 2]. Россия относится к неблагоприятным регионам по отношению к ОГШ. Согласно эпидемиологическим данным, стандартизо-

ванный показатель смертности от ОГШ в Сибирском и Дальневосточном федеральных округах, население которых составляет основной контингент больных Томского НИИ онкологии, превышает как общероссийские, так и общемировые показатели [3, 4]. Таким образом, целью данной работы является поиск факторов, определяющих выживаемость пациентов Томского НИИ онкологии с опухолями головы и шеи. Согласно данным литературы, на выживаемость могут оказывать влияние курение, потребление алкоголя, наличие ВПЧ и ряд социально-экономических факторов, таких как: рацион питания и уход за ротовой полостью, методы лечения [5, 6].

Материалы и методы. В исследование вошел 91 пациент с морфологически верифицированным диагнозом плоскоклеточной карциномы головы и шеи, из них 80 мужчин, 11 женщин. Оценивалось влияние на общую выживаемость следующих показателей: пол, возраст, статус курения, потребление алкоголя, удаленность от вредных факторов окружающей среды, наличие профессиональных вредностей и продолжительность их воздействия, относительный размер опухоли (Т-стадия по TNM-классификации), состояние регионарных лимфоузлов (N-стадия по TNM-классификации), степень дифференцировки опухоли, наличие ороговения опухоли, наличие инвазии в подлежащие ткани, инфицированность ткани вирусом папилломы человека, проведение химио- и/или лучевой терапии и ответ опухоли по шкале RECIST. Клинические данные и морфологические характеристики опухолей были получены из амбулаторных карт пациентов. Анамнез был собран путем анкетирования. Данные о выживаемости предоставлялись региональными онкодиспансерами. Наличие или отсутствие ВПЧ в опухолевом материале было установлено путем детекции ДНК вируса методом ПЦР при помощи наборов «AmpliSens» (Россия). Для статистической обработки использовались методы Каплана-Мейера, критерии Гехана, Кокса, Фишера, а также непараметрические критерии Манна-Уитни и Краскела-Уоллиса.

Результаты. Установлено, что двухлетний уровень выживаемости находится на уровне 70%, 5-летний – на уровне 32%. Показано, что показатели общей выживаемости значимо снижались при употреблении пациентами алкоголя ($p = 0,03$) и при поражении регионарных лимфоузлов метастазами ($p = 0,01$). У больных с интактными лимфоузлами (N0) имела тенденция к лучшей выживаемости при ранней стадии заболевания (T1,2) ($p = 0,8$), а также в случае проведения химио- ($p = 0,1$) и/или лучевой терапии ($p = 0,09$). У пациентов с пораженными метастазами лимфоузлами (N1-2) выживаемость также

была выше при ранних стадиях (T1,2) ($p = 0,08$), а также если пациент не употреблял алкоголь ($p = 0,06$).

Все изученные параметры были обработаны с помощью регрессионного анализа Кокса для создания модели, описывающей уровень общей выживаемости. В модель с максимальным уровнем значимости вошли 3 показателя – поражение лимфоузлов метастазами, наличие ороговения и проведение лучевой терапии. Показано, что риск смерти пациентов в 4,2 раза выше при наличии метастазов в лимфоузлах, в 2,6 раза выше, если опухоль ороговевающая, и в 2,7 раза ниже, если была проведена лучевая терапия.

Более пристально были изучены клинико-морфологические характеристики пациентов в зависимости от метастатического поражения региональных лимфоузлов. Показано, что метастазирование происходило достоверно чаще при наличии инвазии первичной опухоли в подлежащие ткани ($p = 0,04$) и в случае низкой степени дифференцировки ($p = 0,02$).

Далее была изучена связь потребления алкоголя с данными анамнеза и показано, что алкоголь чаще потребляют мужчины ($p = 0,006$), также показана его связь с курением ($p = 0,02$).

По данным литературы, актуальным является изучение роли ВПЧ в возникновении, течении и прогнозе ОГШ. В нашем исследовании вирус не оказал влияния на общую выживаемость пациента, однако отмечается, что он чаще встречался среди курящих пациентов ($p = 0,04$) и (на уровне тенденции) у пациентов со стадиями опухоли T1,2 ($p = 0,07$). Кроме того, ответ на лучевую терапию был лучше у ВПЧ-позитивных пациентов по сравнению с ВПЧ-негативными ($p = 0,09$). Также ответ на лучевую терапию был лучше у пациентов, у которых полученная суммарная очаговая доза была выше 45 Гр ($p = 0,03$) и у которых не наблюдалось метастатического поражения лимфоузлов ($p = 0,05$).

Заключение. Главными факторами смертности больных ОГШ в Томском НИИ онкологии являются метастазирование опухоли в лимфоузлы и потребление алкоголя в течение жизни пациента. Для увеличения выживаемости необходимо улучшить выявляемость опухолей на ранних стадиях и вести просветительскую работу с населением.

ЛИТЕРАТУРА

1. Stewart B.W., Wild C.P. World Cancer Report 2014 // International Agency for Research on Cancer. – 2014. – P. 953.
2. Parkin D.M., Bray F.I. Descriptive studies // Handbook of epidemiology. – 2005. – P. 157–230.
3. Чиссов В.И. и др. Злокачественные новообразования в России в 2010 году (заболеваемость и смертность). – М.: ФГБУ МНИОИ им. П.А. Герцена Минздравсоцразвития России, 2012. – С. 12.

4. Чойнзонов Е.Л. и др. Рак полости рта и глотки в регионе Сибири и Дальнего Востока // Вестник оториноларингологии. – 2015. – Т. 80, № 6. – С. 38–42.

5. Bychkov V.A. et al. Comprehensive meta-analytical summary on human papillomavirus association with head and neck cancer // Experimental oncology. – 2016. – Vol. 38, №. 2. – P. 68–72.

6. Friemel J. et al. Pretreatment oral hygiene habits and survival of head and neck squamous cell carcinoma (HNSCC) patients // BMC oral health. – 2016. – Vol. 16, № 1. – P. 33.

УДК 551.578.46:504.5:621.1(571.16)

ИЗУЧЕНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СНЕГОВОГО ПОКРОВА В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ОБЪЕКТОВ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ НА ПРИМЕРЕ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.А. Самойлова, магистрант

Научный руководитель А.В. Таловская, доцент, к.г.-м.н.

*г. Томск, Томский политехнический университет, отделение геологии,
melhmelll@gmail.com*

Представлены результаты изучения загрязнения снегового покрова в зоне влияния угольной ТЭЦ г. Северска, сельских угольной и газовой котельных. Определена степень пылевого загрязнения в зоне влияния объектов теплоэнергетического комплекса. Выявлены основные биогенные и минеральные частицы в пробах, вносящие вклад в пылевую нагрузку.

Ключевые слова: снеговой покров, твердая фаза снега, минеральные образования, биогенные частицы, электронный сканирующий микроскоп, теплоэлектроцентраль (ТЭЦ), Томская область.

Основной причиной загрязнения наземных экосистем являются атмосферные выпадения аэрозолей, в том числе атмосферная пыль естественного и техногенного происхождения. Снеговой покров выступает в роли долговременной депонирующей среды, что позволяет определить устойчивую структуру атмосферных выпадений для широкого круга компонентов [1, 2].

В качестве объектов исследования выбраны объекты топливно-энергетического комплекса на территории Томского района Томской области – угольная ТЭЦ г. Северска, угольная котельная в п. Геологов (уголь Кузнецкого бассейна) и газовая котельная в п. Лучаново.

В феврале 2014 и 2015 гг. проводился отбор проб снежного покрова в окрестностях ТЭЦ г. Северска. Всего было отобрано 14 проб снега. В 2017 г. проводился отбор проб снегового покрова в окрестностях газовой котельной в поселке Лучаново и угольной котельной в п. Геологов.

Отбор и подготовка проб снега проводились согласно рекомендациям, описываемым в работах [1, 3, 4]. Пробоподготовка снега включает отдельный анализ твердого осадка снега, состоящего из твердых частиц, осаждаемых на поверхность снежного покрова, и снеготалой воды, полученной при оттаивании. Пробы изучались с помощью бинокулярного стереоскопического и электронного микроскопов в МИНОЦ «Урановая геология» при ТПУ. Согласно формуле [3] проводился расчет пылевой нагрузки. Для снежного покрова в качестве фона использовались опубликованные данные [5].

Объекты теплоэнергетического комплекса оказывают различное влияние на степень загрязнения окружающей среды. Существенное значение на величину пылевой нагрузки оказывает тепловая и электрическая мощность объектов теплоэнергетики. Зафиксировано снижение значения пылевой нагрузки в зоне влияния ТЭЦ г. Северска в 2015 г. ($199 \cdot 10 \text{ мг/м}^2 \cdot \text{сут}$) в сравнении с 2014 г. ($574 \cdot 10 \text{ мг/м}^2 \cdot \text{сут}$) за счет обновления производственного и очистного оборудования. Степень загрязнения территории согласно градации [3] изменилась с высокой на низкую. В окрестностях угольной котельной п. Геологов, имеющей небольшие производственные мощности, значение пылевой нагрузки соответствует $33 \text{ мг/м}^2 \cdot \text{сут}$ и формирует низкую степень загрязнения. Наименьшее значение пылевой нагрузки ($10 \text{ мг/м}^2 \cdot \text{сут}$) и наиболее приближенное к фоновому значению соответствует газовой котельной.

Микроскопическое изучение проб твердого осадка снега согласно запатентованной методике сотрудников ОГ ИШПР ТПУ (патент № 2229737, 2012 г., авторы: Е.Г. Язиков, А.Ю. Шатилов, А.В. Таловская), отобранных в окрестностях ТЭЦ и котельных, на бинокулярном стереоскопическом микроскопе позволило зафиксировать природные и техногенные образования. В пробе, отобранной вблизи угольной котельной, преобладают продукты недожиг угля (рис. 1, а), в то время как проба из зоны влияния газовой котельной в основном представлена биогенными частицами (рис. 1, б). Основу проб из окрестностей ТЭЦ составляют продукты недожиг угля и металлические микросферы (рис. 1, в).



Рис. 1. Результаты исследования проб на бинокулярном микроскопе: а – шлак; б – общий вид пробы; в – металлические микросферы

По результатам данных электронной микроскопии, состав пробы, отобранной на расстоянии 50 м от трубы газовой котельной п. Лучаново, представлен в основном оксидами Ba, Fe, C, а также сульфидами цинка (рис. 2) и железа.

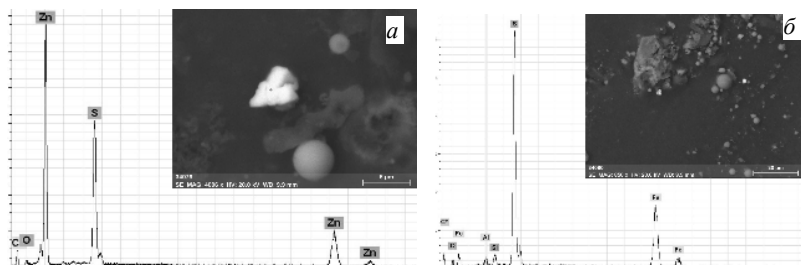


Рис. 2. Снимок и энергодисперсионный спектр:
а – сульфида цинка (6 мкм), б – сульфида железа (4, 5 мкм)

В исследуемых пробах найдены крупные (размером от 2,5 до 10 мкм) и мелкие (размером менее 2,5 мкм) частицы согласно классификации [6]. Мелкие частицы вызывают респираторные заболевания, а крупные влияют на развитие подобных заболеваний [6], следовательно, рекомендуется установить дополнительное пылеулавливающее оборудование для сокращения количества выбросов в атмосферу.

Таким образом, на основе проведенного анализа определена степень пылевого загрязнения в зоне влияния объектов теплоэнергетического комплекса и найдены основные биогенные и минеральные частицы в пробах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бортникова С.Б. Рапута В.Ф., Девятова А.Ю. и др. Методы анализа данных загрязнения снегового покрова в зонах влияния промышленных предприятий (на примере г. Новосибирска) // Геоэкология. – М., 2009. – №6. – С. 515–525.
2. Таловская А.В. и др. Оценка аэротехногенного загрязнения в окрестностях угольных и нефтяных котельных по состоянию снегового покрова (на примере Томской области) // Изв. Том. политехн. ун-та. – 2016. – Т. 327, № 10. – С. 116–130.
3. Сает Ю.Е., Ревич Б.А., Янин Е.П. Геохимия окружающей среды. – М., 1990. – 335 с.
4. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. РД 52.04.186 № 2932-83. – М.: Госкомгидромет, 1991. – 693 с.
5. Язиков Е.Г. Экогеохимия урбанизированных территорий юга Западной Сибири: дис. ... д-ра геол.-мин. наук. – Томск, 2006. – 423 с.
6. Pope C.A. Health Effects of Fine Particulate Air Pollution: Lines that Connect / C.A. Pope, D.W. Dockery // Journal of the Air & Waste Management Association. – 2006. – Vol. 56 (6). – P. 709–742.

ВЛИЯНИЕ БЕНЗИНА НА ВЫЖИВАЕМОСТЬ ТУБИФИЦИД (TUBIFICIDAE)

Т.А. Дорофеева, студентка; А.П. Шкаруно, аспирант каф. РЭТЭМ

Научный руководитель А.Г. Карташев, д.б.н., проф. каф. РЭТЭМ

г. Томск, ТУСУР, каф. РЭТЭМ, tanyshka_59@mail.ru

Проведены исследования по влиянию бензина в донных отложениях на выживаемость тубифицид. В ходе исследования была выявлена концентрация бензина (0,4 мг/л), которая приводит к летальному действию тубифицид.

Ключевые слова: тубифициды, малощитинковые черви, бензин, загрязнение.

Тубифициды (Tubificidae), относятся к классу малощитинковых червей. Черви, обитающие в пресных и морских водоемах. Окрас красного или розового цвета. Тело длинное, тонкое нитевидное, погружается в грунт на 2/3 всей длины. Имеют большое скопление на небольшой площади. В пресных водоёмах распространяются на различных глубинах. Пищей служат для них донные отложения, из которых они выбирают необходимые органические вещества. Также они являются пищей для рыб. Проводят биологическую очистку вод [1]

Донные организмы гораздо выносливее к нефтезагрязнениям, чем планктонные, которые гибнут при концентрациях нефти порядка 0,01–0,001 мг/л [2].

Для грунтов с признаками нефтяного загрязнения характерна бедность видового состава при высокой численности и биомассы выносливых к загрязнению форм, при хроническом загрязнении наблюдается угнетение сообщества, в том числе устойчивых формы [3].

Основные исследования жизнедеятельности червей тубифицидов проводил Д.С. Воробьев. Он затрагивал перемещение червей в нефтезагрязненных илах, влияние плотности червей в процессе очистки донных отложений, их устойчивость к нефтезагрязнению, а также роль тубифицид в потреблении кислорода в донных отложениях, загрязненных нефтью [4].

Бензины автомобильные представляют собой смесь углеводородов различного строения, преимущественно C₄–C₁₂, с температурой кипения 30–205 °С и плотностью 0,70–0,78 г/см³. Это прозрачная маловязкая жидкость со специфическим запахом, она быстро испаряется, не растворяется в воде и при соответствующих условиях сгорает без остатка [5].

Целью работы является изучение влияния бензина на тубифицид.

В эксперименте использовались тубифициды, а также донные отложения из Савинского озера вблизи пос. Зональная Станция, Томского района. В лабораторных условиях произвели очистку донных

отложений (песка) от крупнодисперсного мусора. В емкости объемом 0,8 л помещалась сметанообразная консистенция песка в количестве 120 г, загрязненная бензином в определенном количестве (0,05; 0,1; 0,4; 0,8; 1,2 мг/л), и тщательно перемешивалась. Загрязненный песок находился в емкости в течение 1 сут. На следующие сутки после загрязнения песка заливалось 300 мл аэрированной воды комнатной температуры. Через сутки после заполнения водой в каждую емкость помещалось 10 разновозрастных особей тубифицид. Кормление червей производилось при перемещении их в загрязненную среду. Во время эксперимента проводился визуальный осмотр емкостей с песком. По окончании эксперимента грунт с червями извлекался и проводился подсчет особей.

Во время эксперимента температура в лаборатории варьировалась от +16 до +22 °С. Период эксперимента составил 30 календарных дней. В течение всего эксперимента в емкости свободно попадал кислород.

В результате проведенных исследований установлено, что концентрации бензина равные: 0,4; 0,8; 1,2 мг/л, приводили к летальному исходу всех червей. При концентрации бензина, равной 0,1 мг/л, выжили два опытных экземпляра. Снижение концентрации реагента до 0,05 мг/л привело к выживаемости трех тубифицид.

Следовательно, на основании проведенных исследований можно считать, что концентрация бензина, равная 0,4 мг/л, является летальной для тубифицид. Начиная с 0,05 мг/л, наблюдается процесс выживания тубифицид, возможно, приводящий к восстановлению популяции червей при последующем снижении концентрации бензина.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тубифициды [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sites.google.com/site/enciklopediasamarskojoblastit3/home/bespozvonocnye/cervi/tubificidy> (дата обращения: 27.02.2019).
2. Миловидова Н.Ю. Действие нефти на некоторых прибрежных ракообразных Черного моря // Гидробиологический журнал. – 1974. – № 4. – С. 96–100.
3. Виноградов Г.А. Использование структурных показателей бактерио- и зообентоса для оценки качества донных отложений (на примере водоемов Верхневолжского бассейна) / Г.А. Виноградов, Н.А. Березина, Н.А. Лаптева, Г.П. Жариков // Водные ресурсы. – 2002. – Т. 29, № 3. – С. 329–336.
4. Воробьев Д.С. Биологические основы очистки донных отложений водных объектов от нефти и нефтепродуктов: дис. ... д-ра биол. наук. – 2013. – 385 с.
5. Нефтяное товароведение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pandia.ru/text/77/148/2726.php> (дата обращения: 27.02.2019).

РАЗРАБОТКА ЗАМКНУТЫХ ОБОРОТНЫХ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ МАШИНОСТРОЕНИЯ

А.В. Яковлева, студентка каф. ОХиЭ

*Научный руководитель И.Х. Мингазетдинов, проф. каф. ОХиЭ, к.т.н.
г. Казань, КНИТУ-КАИ, nastena-13.2009@mail.ru*

Рассмотрена схема очистки сточных вод от взвешенных веществ через фильтровальную коническую сетку в поле действия центробежных сил при непрерывной регенерации фильтроэлемента.

Ключевые слова: сточные воды, взвешенные вещества, очистка, центробежная сепарация, фильтрационная сетка, регенерация.

Сточные воды машиностроительных предприятий характеризуются большим разнообразием загрязняющих компонентов. Значительную долю загрязнителей в промывных водах составляют взвешенные вещества – частицы обрабатываемого материала, абразивные зерна и др.

Организация локальных систем водоочистки является перспективным направлением создания замкнутых оборотных схем водоснабжения промышленных предприятий.

Полезная модель относится к устройствам для очистки промышленных сточных вод от взвешенных загрязняющих веществ и может найти применение на предприятиях машиностроения, строительной индустрии, добычи полезных ископаемых. Технический результат разработки центробежно-фильтрационного устройства – повышение эффективности очистки за счет непрерывной регенерации фильтроэлемента и увеличения производительности очистки.

Для очистки сточных вод предложено устройство [1], в котором реализуется несколько процессов: центробежная сепарация, фильтрование и регенерация фильтроэлемента. Фильтровальным элементом является коническая сетка, через которую изнутри подается очищаемая вода. Движущим фактором, заставляющим воду просачиваться через фильтровальную сетку, является центробежная сила. Исходная вода поступает в центральную часть фильтровальной камеры через полый вал с окнами. Вал вращается от внешнего привода, расположенные на валу лопасти раскручивают воду внутри камеры, и происходит процесс центробежной сепарации. Осаждающийся на поверхности сетки шлам непрерывно удаляется спиральным скребком, вращающимся с небольшой скоростью от привода через редуктор.

Схема центробежно-фильтрационной установки представлена на рис. 1.

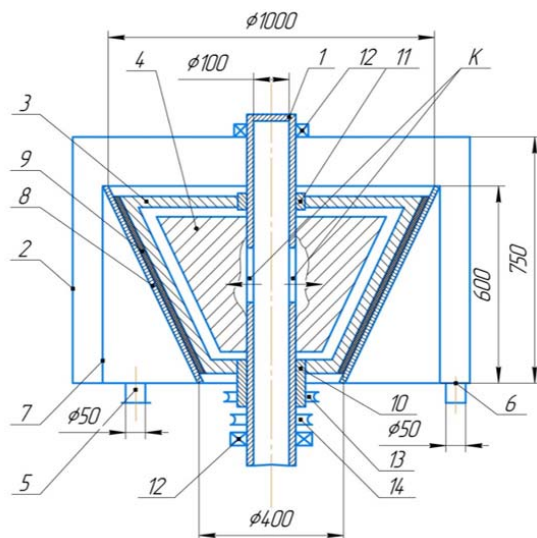


Рис. 1. Центробежно-фильтрационная установка:
 1 – внутренний вал; 2 – цилиндрический корпус с вертикальной осью;
 3 – скребковые лопасти; 4 – лопатки; 5 – патрубок для отвода очищенной
 воды; 6 – патрубок отвода шлама; 7 – кольцевая перегородка;
 8 – фильтровальная сетка; 9 – щётки; 10, 11 – узлы вращения;
 12 – наружный вал; 13, 14 – шкивы

Общее уравнение фильтрации описывается соотношением [2]

$$W = \frac{dV}{S \cdot d\tau} = \frac{dq}{d\tau} = \frac{\Delta p}{\mu(R_{\text{фп}} - R_{\text{ос}})}, \quad (1)$$

где W – скорость фильтрации (производительность); V – объем фильтра; S – площадь фильтрации; τ – время; $q = V/S$ – удельная производительность – это объем фильтрата с единицы поверхности фильтра; $R_{\text{фп}}$ и $R_{\text{ос}}$ – сопротивление фильтровальной перегородки и слоя осадка; μ – динамическая вязкость фильтрата; Δp – перепад давления на фильтровальной перегородке, определяется центробежной силой: $F = m \cdot \omega^2 \cdot r$, где m – масса вращающейся жидкости; ω – угловая скорость вращения; r – радиус вращения.

Для удаления шлама с поверхности фильтровальной сетки большие скорости вращения скребковых лопастей не требуются во избежание износа щеток и увеличения их долговечности. Сила, действующая на единицу массы в центробежном поле, определяется величиной $\omega^2 r$, где ω – угловая скорость вращения жидкости, r – радиус.

Основной характеристикой устройств центробежного разделения является критерий Фруда, называемый фактором разделения:

$$F_r = \frac{\omega^2 r}{g}, \quad (2)$$

где g – ускорение свободного падения.

Соотношение (2) показывает, во сколько раз скорость осаждения в поле центробежных сил больше скорости осаждения в поле сил тяжести.

Интенсивность вращения массы загрязненной жидкости в пространстве, ограниченной коническим фильтроэлементом, определяет основную технологическую характеристику – индекс производительности Σ_k :

$$\Sigma_k = \frac{2\omega^2 \pi}{3g \tan \alpha} (R_{\max}^3 - R_{\min}^3), \quad (3)$$

где α – угол между вертикалью и наклоном образующей конуса фильтровальной сетки, $R_{\max}$, $R_{\min}$ – наибольший и наименьший радиусы усеченного конуса.

Таким образом, используя предложенную установку, можно для конкретного участка механического цеха оборудовать локальную систему водоочистки и организовать обратную систему водообеспечения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Патент РФ на изобр. № 179679. Центробежно-фильтрационная установка / И.Х. Мингазетдинов, А.В. Яковлева, И.Д. Бурова, Р.А. Лисин. Оpubл. 22.05.2018. Бюл. № 15.
2. Баранов Д.А. Процессы и аппараты химической технологии. – Т. 2: Механические и гидромеханические процессы / Д.А. Баранов, В.Н. Блиничев, А.В. Вязьмин и др. / под ред. А.М. Кутенова. – М.: Логос, 2002. – 600 с.

СЕКЦИЯ 8

POSTGRADUATE AND MASTER STUDENTS' RESEARCH IN ELECTRONICS AND CONTROL SYSTEMS

(секция на английском языке)

*Председатель – Покровская Е.М., зав. каф. ИЯ,
доцент, к.филос.н.;
зам. председателя – Шнит Е.И., ст. преп. каф. ИЯ;
Соболевская О.В., ст. преп. каф. ИЯ;
Таванова Э.Б., ст. преп. каф. ИЯ*

УДК 004.021

CONSTRUCTION OF FUZZY CLASSIFIERS WITH SHUFFLE FROG LEAPING ALGORITHM FOR HANDWRITTEN SIGNATURE AUTHENTICATION

*M.B. Bardamova, postgraduate student of the Department of Complex
Information Security of Computer Systems*

*Scientific supervisor I.A. Hodashinsky, professor of the Department of
Complex Information Security of Computer Systems, Ph.D
Tomsk, TUSUR, 722bmb@gmail.com*

Using human biometric data is one of the safest and most convenient ways to pass the authentication procedure. The article investigates the possibility of creating a fuzzy classifier as a component of the user authentication system based on the dynamic features of its handwritten signature. A metaheuristic Shuffle frog leaping algorithm is used to increase the accuracy of the classifier.

Keywords: fuzzy classifier, shuffle frog leaping algorithm, authentication, handwritten signature, biometrics.

A handwritten signature authentication system consists of a signature reading tool and the software that processes the received data. A classifier is required to verify signatures. It must determine the authenticity of the signature and its owner. This paper describes a method for constructing a fuzzy classifier with parameter setting using the Shuffle frog leaping algorithm for user authentication based on dynamic features of a handwritten signature.

Fuzzy classifier. The classification of an object consists in defining a class label based on a feature description. The main element of a fuzzy

classifier is a base of fuzzy rules in the form “If-That”. The “If” part contains a statement regarding the correspondence of the input variables to fuzzy membership functions called terms. The “that” part contains the output of the rule as a class label.

The structure of the fuzzy classifier (rule base and terms) in this paper is generated by the algorithm based on extreme values of classes [1]. This algorithm allows us to create a minimum number of rules equal to the number of classes in the data set. After the structure is created, a sample of the data set is submitted to the classifier input, and the classifier calculates the degree of membership of the instance to each rule. The output is the class label of the rule with the highest degree of membership.

The quality criterion of the constructed model is the percentage of correct classification called accuracy. To increase accuracy, it is necessary to adjust the parameters of terms for a specific data set.

Shuffle frog leaping algorithm. Setting parameters of fuzzy terms was carried out by a continuous version of the Shuffle frog leaping algorithm. The idea of the algorithm is to imitate the behavior of frogs in the process of finding a comfortable habitat [2]. The purpose of setting parameters is to increase the classification accuracy.

The population of input vectors (frogs) is sorted by increasing the value of the classification accuracy. Next, the population is divided into groups which are called memplexes. Local search proceeds within each memlex. It is trying to improve the worst frog with the lowest accuracy by moving to the best frog in the memlex or to the best frog in the whole population.

The memplexes are combined into one population after completion of the local search. Further, the population is re-sorted and divided into memplexes. The process is repeated a specified number of times. The output of the algorithm is the vector with the highest accuracy value.

The experiment. The «Signature» data set was assembled to test the possibility of using the fuzzy classifier of handwritten signatures. The data was obtained using the WACOM graphic tablet. The following features were extracted: 1) pen location relative to the x , y , z axes; 2) pen pressure P ; 3) azimuth α ; 4) pen height angle θ relative to the tablet. The speed and acceleration of their change were measured for each feature. The data set was created from the first eight harmonics from decomposing these sequences into Fourier series [3]. Thus, each record of the data set was a description of a handwritten signature with 144 features and a class label being the signing user's number.

Eight users were involved in the experiment. The first user inputted his or her own handwritten signature with the graphic tablet. Others tried to

falsify the signature of the first user. In total, the database contained 1559 signatures. Each signature was preprocessed before extracting the features. A detailed description of the data set is presented in [3].

The task of the classifier was to determine the owner of the signature. The experiment was conducted in accordance with the tenfold cross-validation scheme. Fuzzy classifiers were built on each training sample with two fuzzy rules and Gaussian terms using the algorithm based on extreme values of classes. Next, the continuous Shuffle frog leaping algorithm made the parameter setting. Trained classifiers were tested on test samples. The recorded accuracy and error values were averaged over the number of samples.

The results of the constructed fuzzy classifiers are shown in Table. Here N is the sample number, E_{Tr1} and E_{Tst1} are the percentages of the correct classification on the training and test samples before setting parameters, E_{Tr2} and E_{Tst2} are the percentages of the correct classification on the training and test samples after setting parameters.

Results of classification before and after optimization of parameters with the Shuffle frog leaping algorithm

N	E_{Tr1}	E_{Tst1}	E_{Tr1}	E_{Tst2}
1	52.99	50.32	95.30	98.73
2	53.31	53.21	98.65	98.72
3	52.46	50.00	96.51	98.08
4	52.31	55.77	96.58	97.44
5	52.53	54.49	98.58	99.36
6	53.45	49.36	97.44	96.15
7	53.31	59.62	98.15	98.08
8	52.74	55.13	98.43	98.08
9	53.02	50.00	99.00	99.36
10	53.02	51.28	99.50	99.36
Average	52.91	52.92	97.81	98.33

Conclusion. The experiment results demonstrate that the continuous version of the Shuffle frog leaping algorithm can significantly improve the accuracy of a fuzzy classifier on a large data set. In the future, it is planned to apply the binary version of the Shuffle frog leaping algorithm for the feature selection, which will reduce the complexity of the final system and, possibly, further increase the classification accuracy.

REFERENCES

1. Narimani M.R. A New Modified Shuffle Frog Leaping Algorithm for NonSmooth Economic Dispath // World Applied Sciences Journal. – 2011. – PP. 803– 814.

2. Mekh M.A., Hodashinsky I.A. Comparative analysis of differential evolution methods to optimize parameters of fuzzy classifiers // J. Comput. Syst. Sci. Int. – 2017. – Vol. 56. – PP. 616–626.

3. Kostyuchenko E. et al. Integration of Bayesian classifier and perceptron for problem identification on dynamics signature using a genetic algorithm for the identification threshold selection // Lecture Notes in Computer Science. – 2016. – Vol. 9719. – PP. 620–627.

УДК 535.331

OPTICAL CHARACTERISTICS OF KTP CRYSTALS

K.A. Reunova, postgraduate student, Department of Physical Electronics;

S.V. Ivolina, student; K.P. Melnik, engineer LLC «Crystal T»

Scientific supervisor S.V. Smirnov, Professor of the Department of Physical Electronics, candidate of engineering sciences, professor

Tomsk, TUSUR, reunova.ksenya@mail.ru

The results of studies into optical characteristics of the refractive index and absorption index of KTP crystals in the spectral range from 350 to 1.5 μm , depending on their chemical composition, are presented.

Keywords: non-linear optical materials, KTP crystals, refractive index, absorption index.

Potassium titanyl phosphate crystals KTiOPO_4 (KTP) is a non-linear optical crystal with electro-optical, non-linear and acousto-optical properties. KTP crystals have outstanding properties, such as high radiation resistance, optical uniformity, high non-linearity coefficient [1, 2]. Such materials are widely used for electro-optical modulation of laser radiation; they are able to convert radiation frequency, wavelength, intensity, and change the direction of propagation. Devices based on KTP crystals are in great demand for various waveguide and nonlinear applications.

The purpose of this work is to study the effect of chemical composition on the optical characteristics of KTP crystals (LLC «Crystal T») in the visible range [1].

Table presents data on the chemical composition of the samples.

Refraction and absorption indices were studied with a spectral ellipsometer Ellipse 1891 SAG in the wavelength range from 350 to 850 nm. The results are presented in Fig. 1 and 2. Crystals under investigation are characterized by high stability in the considered range of the characteristics of absorption and refractive indices, which indicates the high quality of the crystals.

From Fig. 1 and 2 it can be seen that the average value of the refraction and absorption indices for all crystals studied remains almost un-

changed. Therefore, the studied optical parameters do not depend on the chemical composition of the samples.

The chemical composition of the samples of KTP-crystals

№	Sample	Weight %	Ti	K	P	Ne	Cr
		Atom					
1	KTP-1	47.4	20.7	16.5	14.7	0.6	
		68.5	10.0	9.8	11.0	0.6	
2	KTP-2	45.3	21.7	18.6	13.9	0.4	
		67.0	10.7	11.3	10.6	0.4	
3	KTP-3	46.8	18.4	18.8	13.7		1.2
		68.4	9.5	11.3	10.4		0.5
4	KTP-4	44.5	22.9	17.9	14.6		
		66.4	11.4	14.6	11.2		

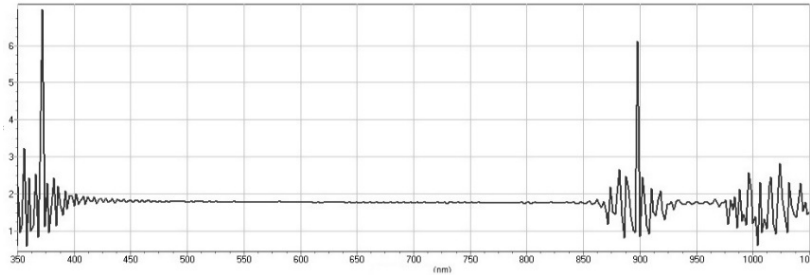


Fig. 1. Refraction spectra of KTP-crystals

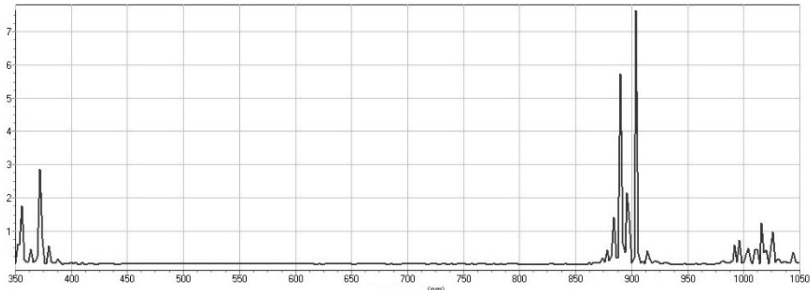


Fig. 2. Absorption spectra of KTP-crystals

Fig. 3 shows the reflection spectra of crystals in the range from 1200 cm^{-1} to 500 cm^{-1} (9–20 μm). The spectra show two-phonon lattice vibrations. The difference in the spectra is also due to the different chemical composition of the samples (Table).

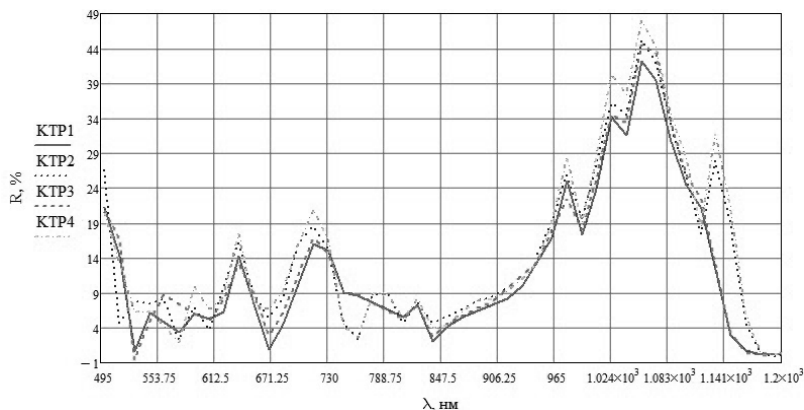


Fig. 3. Reflection spectra of samples of KTP-crystals

In the course of this work, the optical characteristics of KTP crystals were studied in a wide spectral range. It is shown that the difference in the chemical composition does not significantly affect the optical properties of KTP crystals.

REFERENCES

1. Krakovsky V.A. Growth and physical properties of high-resistance KTP crystals / V.A. Krakovsky, L.YA. Serebrennikov, I.A. Pargachev et al. // Russian Physics Journal. – 2012. – Vol. 55, No. 8-3. – PP. 52–53.
2. Kisteneva M.G. Photo- and thermally induced changes in the absorption of light in an aluminum-doped bismuth titanate crystal / M.G. Kisteneva, S.M. Shandarov, A.S. Acrestina et al. // Russian Physics Journal. – 2010. – Vol. 53, No. 9-3. – PP. 145–146.

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 3

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ

ПОДСЕКЦИЯ 3.1

ИНТЕГРИРОВАННЫЕ

ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

Председатель – Катаев М.Ю., проф. каф. АСУ, д.т.н., проф.;
зам. председателя – Суханов А.Я., доцент каф. АСУ, к.т.н.

С.Г. Фролов

КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ МЕТОД ОБНАРУЖЕНИЯ
И ЛОКАЛИЗАЦИИ УТЕЧКИ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ 11

ПОДСЕКЦИЯ 3.2

РАСПРЕДЕЛЁННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ

Председатель – Сенченко П.В., декан ФСУ, доцент каф. АОИ, к.т.н.;
зам. председателя – Сидоров А.А., зав. каф. АОИ, к.т.н., доцент

О.А. Нейфельд, А.С. Рудникович

ВОЗМОЖНОСТИ OCR-БИБЛИОТЕКИ TESSERACT
ПРИ РАСПОЗНАВАНИИ ТЕКСТА ПО ВИДЕОИЗОБРАЖЕНИЯМ 16

ПОДСЕКЦИЯ 3.3

АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ В ТЕХНИКЕ И ОБРАЗОВАНИИ

Председатель – Дмитриев В.М., проф. каф. КСУП, д.т.н.;
зам. председателя – Ганджа Т.В., проф. каф. КСУП, д.т.н.

Н.А. Фадеева, О.В. Егорова, Н.В. Ливенцова

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СОСТОЯНИЯ
АТМОСФЕРЫ В БОКСАХ, СВЯЗАННЫХ СЕТЬЮ ТРУБОПРОВОДОВ 20

М.И. Кочергин, В.М. Дмитриев, Т.В. Ганджа

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЛАБОРАТОРИЕЙ
«ЭЛЕМЕНТЫ И УСТРОЙСТВА РОБОТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ» 23

А.А. Гуртовенко

РАЗРАБОТКА ИНТЕРФЕСА ПАНЕЛИ ОПЕРАТОРА МЕСТНОГО
ДИСПЕТЧЕРСКОГО ПУНКТА ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА
«САР ДАВЛЕНИЯ НА УЧАСТКЕ ТРУБОПРОВОДА» 26

Д.Т. Нугманов СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ СЕРВИСА ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИМ ДИСЦИПЛИНАМ	29
А.Я. Бомбов, А.С. Репкин РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ФОРМИРОВАНИЮ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ В ВОПРОСАХ ТИПА S.T.A.S.K СИСТЕМЫ MOODLE	32
А.С. Репкин, Г.А. Филиппов, Ю.В. Шабли АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ РАЗРАБОТКИ АЛГОРИТМОВ КОМБИНАТОРНОЙ ГЕНЕРАЦИИ.....	35

ПОДСЕКЦИЯ 3.4

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ

Председатель – Ходашинский И.А., проф. каф. КИБЭВС, д.т.н.;
зам. председателя – Сарин К.С., доцент каф. КИБЭВС, к.т.н.

С.Н. Аримпилов ГЕНЕРАЦИЯ И ИССЛЕДОВАНИЕ ВХОДНОГО ПРОСТРАНСТВА ПРИЗНАКОВ ДЛЯ НЕЧЕТКОГО КЛАССИФИКАТОРА АУТЕНТИФИКАЦИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ ПО РУКОПИСНОЙ ПОДПИСИ.....	38
М.Б. Бардамова НЕЧЕТКИЙ КЛАССИФИКАТОР НЕСБАЛАНСИРОВАННЫХ МЕДИЦИНСКИХ ДАННЫХ С ПРИМЕНЕНИЕМ АЛГОРИТМА ПРЫГАЮЩИХ ЛЯГУШЕК	41
А.И. Буславский, М.В. Харинов КОМПЬЮТЕРНАЯ ПРЕДОБРАБОТКА АУДИОСИГНАЛОВ И ИЗОБРАЖЕНИЙ.....	44
И.С. Демченко ПОСТРОЕНИЕ КЛАССИФИКАТОРА ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ФРАГМЕНТА ИСТОРИИ БОЛЕЗНИ	47
И.В. Филимоненко ОТБОР ИНФОРМАТИВНЫХ ПРИЗНАКОВ ДЛЯ НЕЧЕТКОГО КЛАССИФИКАТОРА С ПОМОЩЬЮ БИНАРНОГО АЛГОРИТМА «KRILL HERD»	50
Е.И. Грибков МОДЕЛЬ ИЗВЛЕЧЕНИЯ СТРУКТУРИРОВАННЫХ ОБЪЕКТОВ И ИХ АТРИБУТОВ ИЗ ТЕКСТОВ НА ЕСТЕСТВЕННОМ ЯЗЫКЕ.....	54
М.И. Васильева, Е.А. Грохотова, А.В. Куртукова ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОНАЛЬНОСТИ ТЕКСТА С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ	57

<i>И.Г. Ханьков</i> МОДЕЛЬ СКОРОСТНОЙ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ПИКСЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ МЕТОДА УОРДА ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ ДОРОЖНЫХ ЗНАКОВ И ПЕШЕХОДОВ В ВИДЕОПОТОКЕ	60
<i>И.Г. Ханьков</i> ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛИ СКОРОСТНОЙ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ПИКСЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ МЕТОДА УОРДА В ЗАДАЧАХ ВЫДЕЛЕНИЯ ДОРОЖНЫХ ЗНАКОВ И ПЕШЕХОДОВ В ВИДЕОПОТОКЕ	63
<i>Н.П. Корышев</i> ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ НЕЧЁТКОГО КЛАССИФИКАТОРА НА ОСНОВЕ АЛГОРИТМА КИТОВ	66
<i>К.А. Костин</i> СЕГМЕНТАЦИЯ ВНУТРЕННИХ СТРУКТУР ЛЁГКИХ НА ДАННЫХ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДОВ ГЛУБИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПАЦИЕНТОВ С ДИССЕМИНИРОВАННЫМ ТУБЕРКУЛЁЗОМ.....	69
<i>А.А. Крупина</i> ВЕРИФИКАЦИЯ ДИКТОРА ПО ПРОИЗВОЛЬНОЙ ФРАЗЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ РЕЧЕВЫХ ПРИЗНАКОВ ВЫСОКОГО УРОВНЯ	72
<i>А.В. Куртукова, А.С. Романов</i> РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ АВТОРА ИСХОДНОГО КОДА	75
<i>С.С. Самсонов</i> ОТБОР ПРИЗНАКОВ ДЛЯ НЕЧЕТКОГО КЛАССИФИКАТОРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИНАРНОГО АЛГОРИТМА ОБЕЗЬЯН.....	78
<i>Б.В. Ширяев</i> АЛГОРИТМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГОДНОСТИ СВЧ МИС С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КЛАССИФИКАТОРА НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ.....	81
<i>Ю.А. Сорокина</i> АЛГОРИТМ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ МЕТОДА «МОЗГОВОЙ ШТУРМ» ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ НЕЧЕТКОГО КЛАССИФИКАТОРА	84
<i>Д.В. Зарипов</i> ПРОГРАММНО-ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА КЛАСТЕРИЗАЦИИ НЕСТРУКТУРИРОВАННЫХ ЗАПИСЕЙ ЖУРНАЛОВ РЕГИСТРАЦИИ СОБЫТИЙ.....	86
<i>А.О. Слезкин</i> НАСТРОЙКА ПАРАМЕТРОВ НЕЧЕТКИХ КЛАССИФИКАТОРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛИ ОСТРОВОВ	90

ПОДСЕКЦИЯ 3.6

МОЛОДЕЖНЫЕ ИННОВАЦИОННЫЕ НАУЧНЫЕ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРОЕКТЫ

Председатель – Дробот П.Н., доцент каф. УИ, к.ф.-м.н.;
зам. председателя – Нариманова Г.Н., зав. каф. УИ, к.ф.-м.н., доцент

Н.А. Алексеев, Е.А. Архипова, К.В. Елизаров

СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ ДЛЯ МОБИЛЬНЫХ
РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ С ПРИМЕНЕНИЕМ
ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....95

Е.В. Кащеева

ВЫЯВЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ МЕЖДУ НАЛИЧИЕМ
РЕЗИСТЕНТНОСТИ К ПРОТИВОТУБЕРКУЛЕЗНЫМ
ЛЕКАРСТВЕННЫМ СРЕДСТВАМ И ПРЕДИКТОРАМИ ПАЦИЕНТА.....97

И.В. Васильев

РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕСТИРОВАНИЯ УСТАНОВКИ IT-PRINT 101

ПОДСЕКЦИЯ 3.7

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Председатель – Зариковская Н.В., доцент каф. ЭМИС;
зам. ген. директора ООО «СибирьСофтПроект», к.ф.-м.н., доцент

А.З. Бигалиева

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
ДЛЯ НЕОПРЕДЕЛЁННЫХ СИТУАЦИЙ УПРАВЛЕНИЯ..... 104

Е.А. Федоров

ИССЛЕДОВАНИЕ СКОРОСТИ РАБОТЫ ГЕНЕТИЧЕСКОГО
АЛГОРИТМА И АЛГОРИТМА ПОЛНОГО ПЕРЕБОРА 107

Е.А. Федоров

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ
ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА В ЗАДАЧЕ ВЫБОРА
БЛОКОВ РАДИОТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ..... 109

Л.В. Галсанова

СОГЛАСОВАНИЕ ЗНАЧЕНИЙ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ
ФИЗИЧЕСКИХ КОНСТАНТ МЕТОДОМ БИРДЖА 112

А.М. Ширыкалов, Л.М. Киселев

РАЗРАБОТКА И ОПТИМИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА
ГЕНЕРАЦИИ ИГРОВОГО ПОЛЯ ДЛЯ МОБИЛЬНОГО
ПРИЛОЖЕНИЯ СУДОКУ 115

ПОДСЕКЦИЯ 3.8

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ПОДДЕРЖКИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ

Председатель – Хабибулина Н.Ю., доцент каф. КСУП, к.т.н.;
зам. председателя – Потапова Е.А., ст. преп. каф. КСУП

К.Н. Калдар, П.А. Кириллов, Н.С. Бишаев АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛОВЫМ ПУНКТОМ	119
К.Н. Калдар, П.А. Кириллов, И.И. Марлинов РЕГУЛЯТОР ТЕМПЕРАТУРЫ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ НА ПРОГРАММИРУЕМОМ ЛОГИЧЕСКОМ КОНТРОЛЛЕРЕ ЭЛСИМА ...	122
Ф.В. Попелев СИМУЛЯТОР ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ «АСОPOS INVERTER P74» НА БАЗЕ КОНТРОЛЛЕРА В&R X20	125
А.С. Журавлев ОБЗОР ТИПОВ ЯЗЫКОВ ПРОГРАММИРОВАНИЯ	129

СЕКЦИЯ 4

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

ПОДСЕКЦИЯ 4.1

МЕТОДЫ И СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ. ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Председатель – Шелупанов А.А., ректор ТУСУРа,
директор ИСИБ, д.т.н., проф.;
зам. председателя – Конев А.А., доцент каф. КИБЭВС, к.т.н.

Т.С. Косаченко ВЫЯВЛЕНИЕ УЯЗВИМОСТЕЙ БЕСПРОВОДНЫХ УСТРОЙСТВ IoT С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ORANGE PI	133
А.В. Смокотина, Д.И. Исаков, Е.А. Чистякова, А.С. Мельман ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМА НЕРАВНОМЕРНОГО ВСТРАИВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ В ЦИФРОВЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ С ВЫДЕЛЕНИЕМ КОНТУРОВ ОБЪЕКТОВ	137
А.В. Кравченко, А.С. Мельман СТЕГАНОГРАФИЧЕСКОЕ ВСТРАИВАНИЕ ИНФОРМАЦИИ В JPEG-ИЗОБРАЖЕНИЯ С ИМИТАЦИЕЙ ИСКАЖЕНИЙ НЕСТЕГАНОГРАФИЧЕСКОГО ХАРАКТЕРА	140

П.В. Перминов, А.С. Мельман АЛГОРИТМ СТЕГАНОГРАФИЧЕСКОГО ВСТРАИВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ В ДКП-КОЭФФИЦИЕНТЫ ПРЕГ-ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ ОПЕРАЦИИ МНОЖЕСТВЕННОЙ ЗАМЕНЫ	144
Г.С. Лазарев, И.А. Николаева, А.С. Кульгавая, А.С. Мельман АНАЛИЗ ВЛИЯНИЙ ДЕСТРУКТИВНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ИНФОРМАЦИЮ, ВСТРОЕННУЮ В ЦИФРОВЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ	147

СЕКЦИЯ 5

ЭКОНОМИКА, УПРАВЛЕНИЕ, СОЦИАЛЬНЫЕ И ПРАВОВЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОСТИ

ПОДСЕКЦИЯ 5.1

МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЭКОНОМИКЕ

Председатель – Мицель А.А., проф. каф. АСУ, д.т.н.;
зам. председателя – Грибанова Е.Б., доцент каф. АСУ, к.т.н.

А.А. Булькина РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ ОТРАСЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И УСЛУГ РОССИИ: АНАЛИЗ ДАННЫХ ЗА 2013–2017 ГГ.	150
М.В. Дегтярёва МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЦЕНТРА ОБРАБОТКИ ВЫЗОВОВ МЕТОДАМИ ТЕОРИИ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ	154
Ю.И. Евстигнеев ОЦЕНКА ПРОГНОЗНЫХ СВОЙСТВ ЦИФРОВЫХ ФИЛЬТРОВ ДЛЯ АНАЛИЗА ФИНАНСОВЫХ РЯДОВ	156
П.Ф. Газиева КЛАСТЕРНЫЙ АНАЛИЗ АУДИТОРИЙ ГРУПП ОНЛАЙНОВОЙ СОЦИАЛЬНОЙ СЕТИ	158
А.В. Илькив ИССЛЕДОВАНИЕ ФИНАНСОВЫХ РЯДОВ НА ОСНОВЕ ВОЛНОВОЙ ТЕОРИИ ЭЛЛИОТТА	161
М.А. Зайцев МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В ЗАДАЧАХ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ	163

ПОДСЕКЦИЯ 5.3

РЕАЛИЗАЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ В ФИНАНСОВОЙ И ИНВЕСТИЦИОННОЙ СФЕРАХ

Председатель – Васильковская Н.Б., доцент каф. экономики, к.э.н.;

зам. председателя – Цибулькинова В.Ю., зав. каф. экономики, к.э.н.

<i>А.А. Михальчук, В.В. Спицын, А.А. Булыкина</i> ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ РОССИИ В РАЗРЕЗЕ ФОРМ СОБСТВЕННОСТИ В УСЛОВИЯХ КРИЗИСА	168
<i>И.Г. Долгова</i> ФАКТОРЫ КРЕДИТНОГО РИСКА В ПАО «СБЕРБАНК РОССИИ»	172
<i>М.А. Иванова</i> СКИДКИ НА РЫНКЕ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ: АНАЛИЗ ПРАКТИКИ ПРЕДПРИЯТИЙ ФРГ	175
<i>Е.Ю. Козыренко</i> МОДЕЛИ РАЗВИТИЯ РОЗНИЧНОГО БИЗНЕСА В СФЕРЕ НЕФТЕПРОДУКТООБЕСПЕЧЕНИЯ	178
<i>В.С. Манакова, Л.А. Алферова</i> ФАКТОРЫ РОСТА ПРИБЫЛИ В ПАО «СБЕРБАНК РОССИИ» И ООО «ХОУМ КРЕДИТ ЭНД ФИНАНС БАНК»	181
<i>А.В. Попова</i> НАЛОГОВЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕЛИЧИНЫ ТЕНЕВОЙ ЭКОНОМИКИ	183

ПОДСЕКЦИЯ 5.5

СОВРЕМЕННЫЕ СОЦИОКУЛЬТУРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТЫ С МОЛОДЕЖЬЮ

Председатель – Суслова Т.И., декан ГФ, зав. каф. ФиС, д.ф.н., проф.;

*зам. председателя – Орлова В.В., д.соц.н., проф. каф. ФиС,
директор НОЦ «СГТ»*

<i>М.А. Макарова, В.Ю. Муйтуева</i> АНАЛИЗ АКТУАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ ПРИВЛЕЧЕНИЯ АБИТУРИЕНТОВ НА ПРИМЕРЕ ФАКУЛЬТЕТА БЕЗОПАСНОСТИ ТУСУР	187
<i>Т.А. Одерова</i> ПРОГРАММА КОРРЕКЦИИ УРОВНЯ ВЫРАЖЕННОСТИ СОЦИАЛЬНОГО СТРАХА У СТУДЕНЧЕСКОЙ МОЛОДЕЖИ В ЧЕЛОВЕКООРИЕНТИРОВАННЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЯХ	189

ПОДСЕКЦИЯ 5.7

ПРАВОВЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ РОССИИ

*Председатель – Соломин С.К., зав. каф. ГП, д.ю.н.;
зам. председателя – Газизов Р.М., ст. преп. каф. ИП*

<i>Д.Д. Абрамов</i> ОБХОД ЗАПРЕТА НА ДАРЕНИЕ МЕЖДУ КОММЕРЧЕСКИМИ ОРГАНИЗАЦИЯМИ.....	193
<i>С.В. Дьякова</i> К ВОПРОСУ О ДОСТОВЕРНОСТИ ПРАВОВОЙ КОНСТРУКЦИИ «ЗАПРЕТ НА ДАРЕНИЕ МЕЖДУ КОММЕРЧЕСКИМИ ОРГАНИЗАЦИЯМИ».....	195
<i>К.С. Горбанёв</i> КОНКЛЮДЕНТНЫЕ ДЕЙСТВИЯ В СОВРЕМЕННОМ ГРАЖДАНСКОМ ПРАВЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	198
<i>И.Р. Исаченко</i> ПРОЯВЛЕНИЕ КОМПЛЕКСНОСТИ В ПРЕДМЕТЕ ДОГОВОРА КОММЕРЧЕСКОЙ КОНЦЕССИИ.....	201
<i>В.Е. Пшеничников</i> ОБЕСПЕЧИТЕЛЬНАЯ ФУНКЦИЯ УСЛОВНОГО ДЕПОНИРОВАНИЯ.....	203

СЕКЦИЯ 6

ЭКОЛОГИЯ И МОНИТОРИНГ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

*Председатель – Карташев А.Г., проф. каф. РЭТЭМ, д.б.н.;
зам. председателя – Денисова Т.В., доцент каф. РЭТЭМ, к.б.н.*

<i>Т.А. Серых, В.Т. Бадретдинова</i> РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИЙ «ЗЕЛЕННОГО» СТРОИТЕЛЬСТВА КАК КЛЮЧЕВОЙ ФАКТОР СОЗДАНИЯ КОМФОРТНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В ГОРОДАХ	207
<i>Чан Туан Хоанг</i> НАНОЧАСТИЦЫ НА ОСНОВЕ ЖЕЛЕЗА КАК СОРБЕНТЫ В ПРОЦЕССАХ ВОДООЧИСТКИ ОТ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ	209
<i>А.Ю. Коржова</i> МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ФРОНТА ВЕРХОВОГО ЛЕСНОГО ПОЖАРА	212
<i>А.С. Наушкин</i> ИСПАРЕНИЕ КАПЛИ ВОДОМЕТАНОЛЬНОГО РАСТВОРА В ПРОЦЕССЕ ЕГО УТИЛИЗАЦИИ	215

Ю.А. Небова, В.А. Бычков, Н.В. Литвяков ВЛИЯНИЕ ОБРАЗА ЖИЗНИ И ОСНОВНЫХ КЛИНИКО-МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК БОЛЬНЫХ С ОПУХЛЮЮ ГОЛОВЫ И ШЕИ НА ОБЩУЮ ВЫЖИВАЕМОСТЬ.....	218
Е.А. Самойлова ИЗУЧЕНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СНЕГОВОГО ПОКРОВА В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ОБЪЕКТОВ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ НА ПРИМЕРЕ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ.....	221
Т.А. Дорофеева, А.П. Шкарупо ВЛИЯНИЕ БЕНЗИНА НА ВЫЖИВАЕМОСТЬ ТУБИФИЦИД (TUBIFICIDAE)	224
А.В. Яковлева РАЗРАБОТКА ЗАМКНУТЫХ ОБОРОТНЫХ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ МАШИНОСТРОЕНИЯ	226

СЕКЦИЯ 8

POSTGRADUATE AND MASTER STUDENTS' RESEARCH IN ELECTRONICS AND CONTROL SYSTEMS

(секция на английском языке)

*Председатель – Покровская Е.М., зав. каф. ИЯ, доцент,
к.филос.н.;*

зам. председателя – Шнит Е.И., ст. преп. каф. ИЯ;

Соболевская О.В., ст. преп. каф. ИЯ;

Таванова Э.Б., ст. преп. каф. ИЯ

М.В. Bardamova CONSTRUCTION OF FUZZY CLASSIFIERS WITH SHUFFLE FROG LEAPING ALGORITHM FOR HANDWRITTEN SIGNATURE AUTHENTICATION	229
К.А. Reunova, S.V. Ivolina, K.P. Melnik OPTICAL CHARACTERISTICS OF KTP CRYSTALS.....	232

Научное издание

**Сборник избранных статей
научной сессии ТУСУР**

**По материалам
Международной научно-технической конференции
студентов, аспирантов и молодых ученых
«Научная сессия ТУСУР–2019»**

22–24 мая 2019 г., г. Томск

В двух частях

Часть 2

Корректор – **В.Г. Лихачева**
Верстка **В.М. Бочкаревой**

Издательство «В-Спектр».
Сдано на верстку 20.04.2019. Подписано к печати 15.05.2019.
Формат 60×84¹/₁₆. Печать трафаретная. Печ. л. 15,25
Тираж 100 экз. Заказ 9.

Издано ТУСУР, г. Томск, пр. Ленина, 40, к. 205, т. 70-15-24
(для нужд всех структурных подразделений университета и авторов)

Издательство «В-Спектр».
634055, г. Томск, пр. Академический, 13-24, т. 49-09-91
E-mail: bvm@sibmail.com