



**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ  
И ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ  
ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
В МАШИНОСТРОЕНИИ,  
ОБРАЗОВАНИИ И ЭКОНОМИКЕ**

**VI Международная  
научно-практическая конференция**

**АЗОВ  
2019**

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**Технологический институт (филиал) ДГТУ в г. Азове**

**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ  
И ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ  
ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
В МАШИНОСТРОЕНИИ,  
ОБРАЗОВАНИИ И ЭКОНОМИКЕ**

**VI Международная  
научно-практическая конференция**

Материалы и доклады

Азов  
13-14 мая 2019 г.

УДК 004  
ББК 30.1  
С 56

**Редакционная коллегия:**

Председатель редакционной коллегии:

– **Кривошеев Дмитрий Николаевич**, канд. филос. наук., доцент, директор  
ТИ (филиала) ДГТУ в г. Азове

Члены редакционной коллегии:

- **Горис Татьяна Владимировна**, PhD., доцент кафедры «Технология и трудовые ресурсы» Государственного университета Питсбурга (штат Канзас)
- **Николаенко Денис Владимирович**, канд. техн. наук., доцент кафедры «Компьютерная инженерия» ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет»
- **Маргарита Млчхова**, переводчик Интеграционного центра поддержки иностранцев МВД Чешской Республики
- **Евгений Кирпач**, канд. техн. наук, сетевой аналитик "Clearcable Networks", Дандас, провинция Онтарио, Канада.
- **Таран Владимир Николаевич**, д-р. физ.-мат. наук, проф., зав кафедрой «Вычислительная техника и программирование» ТИ (филиала) ДГТУ в г. Азове
- **Долженко Артем Михайлович**, заместитель директора по административно-хозяйственной работе ТИ (филиала) ДГТУ в г. Азове

С 56            **Современные тенденции развития и перспективы внедрения инновационных технологий в машиностроении, образовании и экономике.**  
Азов, 2019. Т5. № 1 (4) – 192 стр. ISBN 978-0-4631873-7-1

Журнал издается с целью развития научно-исследовательского потенциала образовательных организаций, обмена знаниями и опытом в области проектирования, внедрения и совершенствования перспективных инновационных методов и технологий в различных областях, формирования научной международной среды обучающихся для дальнейшего сотрудничества и обмена опытом в рамках проведения международной научно-практической конференции, ежегодно проходящей в ТИ (филиале) ДГТУ в г. Азове.

© Коллектив Авторов

ISBN 978-0-4631873-7-1

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Кривошеев Дмитрий Николаевич</b> <b>Кривошеев Николай Викторович</b> <b>Музыка Татьяна Николаевна</b> К МЕТОДИКЕ ИЗМЕРЕНИЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ В ОБЛАСТИ Е ИОНО- СФЕРЫ ЗЕМЛИ.....	11
<b>Кривошеев Николай Викторович</b> <b>Шабанов Ярослав Сергеевич</b> НАУКА И РЕЛИГИЯ .....	14
<b>Таран Владимир Николаевич</b> <b>Чумак Ирина Валентиновна</b> ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОННОГО УСИЛИТЕЛЯ .....	18
<b>Бобаренко Денис Викторович</b> <b>Колосова Ирина Владимировна</b> <b>Запорожец Олег Игоревич</b> ЭФФЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ OCCLUSION CULLING В ТРЕХМЕРНОЙ ГРАФИКЕ.....	22
<b>Дешин Антон Александрович</b> <b>Попов Сергей Александрович</b> <b>Чиняков Антон Алексеевич</b> СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА.....	29
<b>Чорноус Оксана Ивановна</b> <b>Городнянская Елена Сергеевна</b> ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОПЕРАЦИОННЫХ ЗАТРАТ – ОСНОВА УСТОЙЧИВОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ УГЛЕДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ .....	32
<b>Полуянов Владимир Петрович</b> УПРАВЛЕНИЕ ДЕБИТОРСКОЙ ЗАДОЛЖЕННОСТЬЮ ПОСТАВЩИКАМИ УСЛУГ НА РЫНКЕ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ.....	40
<b>Taran Vladimir Nikolaevich</b> <b>Shandybin Aleksey Victorovich</b> <b>Sukhomlinov Aleksandr Nikolaevich</b> VOLTERRA AND WIENER SERIES APPROACH IN IDENTIFICATION OF BLACK BOX.....	47

<b>Taran Vladimir Nikolaevich</b> <b>Kislovskiy Evgeniy Yurievich</b> <b>Gryzlov Vyacheslav Aleksandrovich</b> STATISTICAL METHOD FOR SYSTEM IDENTIFICATION OF ELECTRONIC DEVICES .....	52
<b>Полуянов Владимир Петрович</b> <b>Полуянов Евгений Владимирович</b> КАЧЕСТВО УСЛУГ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА В КОНТЕКСТЕ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ ПО ГОРОДСКИМ ОКРУГАМ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ.....	56
<b>Павлов Валерий Максимович</b> ИЗМЕРЕНИЕ СКОРОСТИ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА РАДИОЛОКАТОРОМ МИЛЛИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА .....	67
<b>Карпаченко Кирилл Александрович</b> ВИБРАЦИОННАЯ ОЧИСТКА ДЕТАЛЕЙ: ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ И ЭФФЕК- ТИВНОСТЬ.....	70
<b>Зинченко Юрий Евгеньевич</b> <b>Азаров Антон Борисович</b> <b>Константинов Виталий Сергеевич</b> <b>Зинченко Татьяна Анатольевна</b> РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА И АРХИТЕКТУРЫ ВКС РАСПОЗНАВАНИЯ ЗВУКОВЫХ СИГНАЛОВ НА БАЗЕ FPGA.....	75
<b>Акушко Юлиан Станиславович</b> УСТРОЙСТВО СВЕТОДИОДНОЙ ИНДИКАЦИИ ДЛЯ СИСТЕМЫ ГОРОДСКИХ СВЕТОФОРОВ .....	80
<b>Корж Илья Владимирович</b> <b>Белецкий Олег Владимирович</b> УДАЛЕННОЕ УПРАВЛЕНИЕ СИСТЕМОЙ «УМНЫЙ ДОМ» С ПЕРЕНОСНОГО КОМПЬЮТЕРНОГО УСТРОЙСТВА .....	85
<b>Николаенко Денис Владимирович</b> <b>Струнилин Владимир Николаевич</b> <b>Евтушенко Олег Владимирович</b> АНАЛИЗ И ПРИНЦИП РАБОТЫ ДАТЧИКА ТЕМПЕРАТУРЫ И ВЛАЖНОСТИ DHT11.....	89
<b>Николаенко Денис Владимирович</b> <b>Струнилин Владимир Николаевич</b> <b>Симак Андрей Сергеевич</b> ПОСТРОЕНИЕ ПРОГРАММНОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ ТЕМПЕРАТУРЫ DS18B20 .....	91
<b>Завадская Татьяна Владимировна</b> <b>Крахмаль Мария Вячеславовна</b> ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ЦИФРОВОЙ СТЕГАНОГРАФИИ ДЛЯ МАРКИРОВКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ЦИФРОВЫМИ ВОДЯНЫМИ ЗНАКАМИ.....	97

<b>Мальчева Раиса Викторовна</b> <b>Шкуматов Александр Николаевич</b> АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ НА КАРЬЕРАХ .....	103
<b>Охрименко Михаил Андреевич</b> <b>Зинченко Юрий Евгеньевич</b> АРХИТЕКТУРА ПОДСИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ БЫТОВЫМИ ПРИ- БОРАМИ ДЛЯ СИСТЕМЫ «УМНЫЙ ДОМ» .....	109
<b>Якубчук Михаил Олегович</b> <b>Мальчева Раиса Викторовна</b> РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ОХРАННЫХ УСТРОЙСТВ ОПОВЕЩЕНИЯ О ПОСЕТИТЕЛЯХ .....	112
<b>Охрицкий Иван Сергеевич</b> <b>Лобзенко Павел Владимирович</b> ПРИКЛАДНОЕ РЕШЕНИЕ «УЧЕТ ТОВАРНЫХ ОПЕРАЦИЙ НА ПРЕДПРИЯТИИ 1.0» НА ПЛАТФОРМЕ 1С:ПРЕДПРИЯТИЕ .....	116
<b>Гафарова Оксана Владимировна</b> НАЛОГООБЛОЖЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ МАЛОГО БИЗНЕСА .....	122
<b>Галкина Нина Михайловна</b> <b>Пятко Наталья Евгеньевна</b> МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИДАКТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ КОММУНИКАТИВНОЙ КОМПЕ- ТЕНТНОСТИ СЛУШАТЕЛЯ В СИСТЕМЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ .....	124
<b>Чурсина Валерия Алексеевна</b> <b>Пятко Наталья Евгеньевна</b> ВСЕОБЩЕЕ УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ И РЕИНЖИНИРИНГ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ: СОВРЕМЕННАЯ СИТУАЦИЯ В БИЗНЕСЕ .....	126
<b>Пятко Наталья Евгеньевна</b> <b>Чурсина Валерия Алексеевна</b> ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ ПЛАНИРОВАНИЯ СКЛАДСКИХ ЗАПАСОВ НА ПРЕДПРИЯТИИ .....	131
<b>Гогитидзе Мери Вахтангиевна</b> АНАЛИЗ КАДРОВОГО ПОТЕНЦИАЛА ООО «БОРСК» .....	133
<b>Лобзенко Павел Владимирович</b> ЭЛЕМЕНТЫ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ РОБОТОТЕХНИКИ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ .....	140
<b>Чумак Маргарита Игоревна</b> ТЕХНОЛОГИЯ БЛОКЧЕЙН .....	143

<b>Дудко Виктор Иванович</b> <b>Свердлова Кристина Андреевна</b> СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ЛОГИСТИКОЙ.....	146
<b>Дудко Виктор Иванович</b> <b>Матвиенко Алевтина Васильевна</b> СОВРЕМЕННЫЙ СКЛАД В РОССИИ: ОРГАНИЗАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ.....	148
<b>Решетникова Ирина Витальевна</b> <b>Дроздов Никита Алексеевич</b> РАЗВИТИЕ БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ ПЯТОГО ПОКОЛЕНИЯ .....	151
<b>Решетникова Ирина Витальевна</b> <b>Дроздов Никита Алексеевич</b> РАЗВИТИЕ ПРОМЫШЛЕННОГО ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ .....	155
<b>Балун Владимир Николаевич</b> <b>Дроздов Никита Алексеевич</b> <b>Дорошенко Елена Витальевна</b> ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА ДУГЛАСА-ПЕКЕРА ДЛЯ УМЕНЬШЕНИЯ ЧИСЛА ТОЧЕК ПОЛИЛИНИИ .....	157
<b>Сорока Антон Сергеевич</b> <b>Завадская Татьяна Владимировна</b> МОБИЛЬНЫЕ СРЕДЫ ВЕБ-РАЗРАБОТКИ ДЛЯ МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ.....	163
<b>Аль Тахар Инас Ануар</b> قناة سعة على الهواء يات اخ تيار وعدد المكاني الارته باط ت أذ ير MIMO .....	167
<b>Доценко Елена Юрьевна</b> МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФИНАНСОВО- ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МАЛОГО ПРЕДПРИЯТИЯ.....	174
<b>Головачева Елена Валерьевна</b> <b>Иванова Ирина Николаевна</b> <b>Лерер Александр Михайлович</b> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НОВЫХ ПЛАЗМОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В ДВУМЕРНО- ПЕРИОДИЧЕСКИХ СТРУКТУРАХ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТА ПОГЛОЩЕНИЯ.....	179
<b>Узенцова Елена Александровна</b> <b>Юрочкин Никита Сергеевич</b> РАЗВИТИЕ ИНОЯЗЫЧНОЙ ДИСКУРСИВНОЙ КОМПЕТЕНЦИИ В ПРОФЕССИОНАЛЬ- НОМ СТАНОВЛЕНИИ СТУДЕНТОВ НЕЯЗЫКОВЫХ ВУЗОВ.....	185

## TABLE OF CONTENTS

<b>Krivosheev Dmitry Nikolaevich</b> <b>Krivosheev Nikolai Viktorovich</b> <b>Musyka Tatyana Nikolaevna</b> TO THE METHODS OF MEASUREMENTS OF ELECTRON TEMPERATURE IN THE E REGION OF THE EARTH'S IONOSPHERE .....	11
<b>Krivosheev Nikolai Viktorovich</b> <b>Shabanov Yaroslav Sergeevich</b> CONDUCTOMETRIC STUDY OF THE KINETICS OF TOPOCHEMICAL SYNTHESIS OF NANOCRYSTALLINE BARIUM TITANATE USING ASSI .....	14
<b>Taran Vladimir Nikolaevich</b> <b>Chumak Irina Valentinovna</b> NUMERICAL MODELING OF MAIN CHARACTERISTICS ELECTRONIC DEVICE.....	18
<b>Bobarenko Denis Viktorovich</b> <b>Kolosova Irina Vladimirovna</b> <b>Zaporozhets Oleg Igorevich</b> EFFICIENT METHODS OF USING OCCLUSION CULLING IN 3D GRAPHICS .....	22
<b>Deshin Anton Aleksandrovich</b> <b>Popov Sergey Aleksandrovich</b> <b>Chinyakov Anton Alekseevich</b> MODERN TRENDS OF PRODUCTION AUTOMATION .....	29
<b>Chornous Oksana Ivanovna</b> <b>Gorodnyanskaya Elena Sergeevna</b> FORECASTING OF OPERATING COSTS – THE BASIS OF SUSTAINABLE OPERATION OF THE COAL MINING ENTERPRISE.....	32
<b>Poluyanov Vladimir Petrovich</b> MANAGEMENT OF THE DEBTORARY DEBT BY THE SUPPLIERS OF SERVICES ON THE MARKET OF THE CENTRALIZED WATER SUPPLY OF THE ROSTOV REGION.....	40
<b>Taran Vladimir Nikolaevich</b> <b>Shandybin Aleksey Victorovich</b> <b>Sukhomlinov Aleksandr Nikolaevich</b> VOLTERRA AND WIENER SERIES APPROACH IN IDENTIFICATION OF BLACK BOX .....	47
<b>Taran Vladimir Nikolaevich</b> <b>Kislovskiy Evgeniy Yurievich</b> <b>Gryzlov Vyacheslav Aleksandrovich</b> STATISTICAL METHOD FOR SYSTEM IDENTIFICATION OF ELECTRONIC DEVICES .....	52

<b>Poluyanov Vladimir Petrovich</b> <b>Poluyanov Evgeny Vladimirovich</b> QUALITY OF SERVICES OF HOUSING AND COMMUNAL ECONOMY IN THE CONTEXT OF THE ESTIMATION OF QUALITY OF LIFE OF THE POPULATION IN THE URBAN DIS- TRICT OF ROSTOV REGION.....	56
<b>Pavlov Valery Maksimovich</b> MEASUREMENT OF VEHICLE SPEED RADAR MILLIMETER RANGE.....	67
<b>Karpachenko Kirill Alexandrovich</b> VIBRATIONAL PARTS CLEANING: APPLICATION AREA AND EFFECTIVENESS....	70
<b>Zinchenko Yuri Evgenievich</b> <b>Azarov Anton Borisovich</b> <b>Konstantinov Vitaly Sergeevich</b> <b>Zinchenko Tatyana Anatolyevna</b> DEVELOPMENT OF ALGORITHM AND ARCHITECTURE OF VCS RECOGNITION OF SOUND SIGNALS BASED ON FPGA .....	75
<b>Akushko Iulian Stanislavovich</b> LED INDICATION DEVICE FOR CITY TRAFFIC LIGHT SYSTEM.....	80
<b>Korzh Ilya Vladimirovich</b> <b>Beletsky Oleg Vladimirovich</b> REMOTE CONTROL OF THE SMART HOUSE SYSTEM FROM A PORTABLE COMPUTER DEVICE.....	85
<b>Nikolaenko Denis Vladimirovich</b> <b>Strunilin Vladimir Nikolaevich</b> <b>Evtushenko Oleg Vladimirovich</b> ANALYSIS AND OPERATION OF THE TEMPERATURE AND HUMIDITY SENSOR DHT11.....	89
<b>Nikolaenko Denis Vladimirovich</b> <b>Strunilin Vladimir Nikolaevich</b> <b>Simak Andrey Sergeevich</b> DS18B20 TEMPERATURE SYSTEM PROGRAM MODEL CONSTRUCTION .....	91
<b>Zavadskaya Tatiana Vladimirovna</b> <b>Krakhmal Maria Vyacheslavovna</b> RESEARCH OF DIGITAL STEGANOGRAPHY METHODS TO MARK DIGITAL WATER- MARKS IN AN IMAGE .....	97
<b>Malcheva Raisa Viktorovna</b> <b>Shkumatov Oleksandr Nikolaevich</b> COMPUTER AIDED DESIGN OF DRILLING AND BLASTING IN COPPER-MINES ...	103
<b>Okhrimenko Michael Andreevich</b> <b>Zinchenko Yuri Yevgenievich</b> ARCHITECTURE OF THE HOME APPLIANCES REMOTE CONTROL SUBSYSTEM FOR THE SMART HOME SYSTEM .....	109

<b>Yakubchuk Mikhail Olegovich</b> <b>Malcheva Raisa Viktorovna</b> DEVELOPMENT OF INTELLIGENT SECURITY DEVICES FOR NOTIFICATION ABOUT VISITORS.....	112
<b>Okhritsky Ivan Sergeevich</b> <b>Lobzenko Pavel Vladimirovich</b> THE APPLIED SOLUTION "ACCOUNTING FOR COMMODITY OPERATIONS IN THE ENTERPRISE 1.0" ON THE 1C: ENTERPRISE PLATFORM.....	116
<b>Gafarova Oksana Vladimirovna</b> TAXATION OF SMALL BUSINESSES .....	122
<b>Galkina Nina Mikhailovna</b> <b>Pyatko Natalia Evgenievna</b> MODELING OF DIDACTIC CONDITIONS OF COMMUNICATIVE COMPETENCE OF THE LISTENER IN THE SYSTEM OF ADDITIONAL PROFESSIONAL EDUCATION .....	124
<b>Chursina Valery Alexeyevna</b> <b>Pyatko Natalia Evgenievna</b> TOTAL QUALITY MANAGEMENT AND BUSINESS PROCESS REENGINEERING: THE CURRENT SITUATION IN BUSINESS.....	126
<b>Pyatko Natalia Evgenievna</b> <b>Chursina Valery Alexeyevna</b> FEATURES OF THE INVENTORY PLANNING SYSTEM AT THE ENTERPRISE .....	131
<b>Gogitidze Meri Vakhtangievna</b> ANALYSIS OF HUMAN POTENTIAL LLC "BORSK".....	133
<b>Lobzenko Pavel Vladimirovich</b> ELEMENTS OF EDUCATIONAL ROBOTICS IN THE EDUCATIONAL PROCESS OF HIGHER SCHOOL .....	140
<b>Chumak Margarita Igorevna</b> BLOKCHAIN TECHNOLOGY .....	143
<b>Dudko Victor Ivanovich</b> <b>Sverdlova Kristina Andreevna</b> MODERN METHODS OF TRANSPORT LOGISTICS MANAGEMENT .....	146
<b>Dudko Viktor Ivanovich</b> <b>Matvienko Alevtina Vasilievna</b> MODERN WAREHOUSE IN RUSSIA: ORGANIZATION AND TECHNOLOGIES.....	148
<b>Reshetnikova Irina Vitalevna</b> <b>Drozdov Nikita Alexeevich,</b> DEVELOPMENT OF FIFTH GENERATION WIRELESS NETWORKS .....	151

<b>Reshetnikova Irina Vitalevna</b> <b>Drozdov Nikita Alexeevich</b> DEVELOPMENT OF INDUSTRIAL INTERNET OF THINGS .....	155
<b>Balun Vladimir Nikolaevich</b> <b>Drozdov Nikita Alexeevich</b> <b>Doroshenko Elena Vitalyevna</b> SOFTWARE IMPLEMENTATION OF THE DOUGLAS-PACKER ALGORITHM TO DECREASE THE NUMBER OF POLYLINE POINTS .....	157
<b>Soroka Anton Sergeevich</b> <b>Zavadskaya Tatyana Vladimirovna</b> MOBILE WEB DEVELOPMENT ENVIRONMENTS FOR MOBILE APPS .....	163
<b>Al Taher I.A.</b> INFLUENCE OF SPATIAL CORRELATION AND ANTENNA SELECTION NUMBER ON THE CHANNEL OF CAPACITY MIMO .....	167
<b>Dotsenko Elena Yuryevna</b> PRACTICAL ASPECTS OF INCREASE OF EFFICIENCY OF FINANCIAL-ECONOMIC ACTIVITY OF SMALL ENTERPRISES .....	174
<b>Golovacheva Elena Valeryevna</b> <b>Ivanova Irina Nikolaevna</b> <b>Lehrer Alexander Mikhailovich</b> THE USE OF NEW PLASMONIC MATERIALS IN TWO-DIMENSIONAL PERIODIC STRUC- TURES TO STUDY THE EFFECT OF THE ABSORPTION .....	179
<b>Uzentsova Elena Aleksandrovna</b> <b>Yurochkin Nikita Sergeevich</b> DEVELOPMENT OF FOREIGN LANGUAGE DISCOURSE COMPETENCE IN THE PROFES- SIONAL DEVELOPMENT OF STUDENTS OF NON-LANGUAGE UNIVERSITIES .....	185

УДК 551.510.535

## К МЕТОДИКЕ ИЗМЕРЕНИЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ В ОБЛАСТИ E ИОНОСФЕРЫ ЗЕМЛИ

**Кривошеев Дмитрий Николаевич, Кривошеев Николай Викторович,  
Музыка Татьяна Николаевна**

Донской государственный технический университет,  
г. Ростов-на-Дону, Россия

### **Аннотация**

*Рассмотрено несоответствие температуры электронов, полученной экспериментально с теоретическими расчетами в области E ионосферы Земли. Сделан вывод об отсутствии дополнительных источников нагрева электронного газа в этой области и невозможности объяснить расхождение в результатах погрешностями зондовых измерений. Предполагается, что задача может быть решена при учете неравновесного состояния ионосферных электронов.*

**Ключевые слова:** температура электронов, ионосфера, зонд, тепловой баланс.

## TO THE METHODS OF MEASUREMENTS OF ELECTRON TEMPERATURE IN THE E REGION OF THE EARTH'S IONOSPHERE

**Krivosheev Dmitry Nikolaevich, Krivosheev Nikolai Viktorovich,  
Musyka Tatyana Nikolaevna**

Don State Technical University,  
Rostov-on-Don, Russia

### **Abstract:**

*This study considers the discrepancy between the electron temperature obtained experimentally with theoretical calculations in the E region of the Earth's ionosphere. The study concluded that there were no additional heat sources to heat the electron gas in this E region of the Earth's ionosphere and the discrepancy in the results couldn't be attributed to probe measurement errors. It is assumed that the problem can be solved by taking into account the nonequilibrium state of ionospheric electrons.*

**Keywords:** electron temperature, ionosphere, probe, heat balance

Температура электронов является одним из основных параметров, определяющих состояние ионосферной плазмы. От нее во многом зависит характер протекания и скорость фотохимических и диффузионных процессов а, следовательно, и высотное распределение заряженных частиц в ионосфере. Ее измерение и теоретические расчеты в нижней ионосфере необходимы для построения непротиворечивой модели области E ионосферы и вышележащих областей.

Теоретические основы теории нагрева ионосферы Земли были разработаны достаточно давно. [1]. По современным представлениям основным источником нагрева ионосферных электронов являются фотоэлектроны, возникающие в результате ионизации нейтральных составляющих атмосферы солнечным излучением и а также излучение в континиуме Шумана-Рунге . [2-3].

Потери тепла электронным газом в ионосфере обусловлены наличием целого ряда процессов упругого и неупругого взаимодействия с нейтральными молекулами и положительными ионами [4-6].

Все это позволяет рассчитать из уравнения теплового баланса высотный профиль электронной температуры. Теоретические расчеты указывают на совпадение температуры электронов  $T_e$  с температурой нейтральных составляющих атмосферы  $T_p$  на высотах 100 – 150 км. [7,8].

Экспериментальное определение температуры электронов в ионосфере осуществляется с помощью зондов различной модификации в ходе ракетных запусков, методом некогерентного рассеяния радиоволн, а также косвенными методами (например, из результатов измерения поглощения радиоволн) [9,10].

Важной и давней проблемой теплового баланса E области ионосферы является тот факт, что результаты измерения температуры электронов с помощью зондов, поднимаемых на ракетах, систематически дают более высокие значения  $T_e$ , чем результаты расчетов из уравнения теплового баланса. Зондовая температура электронов, как правило, превышает температуру, измеренную методом некогерентного рассеяния радиоволн, которая стремится к температуре нейтральных частиц на высотах менее 130-140 км. Косвенные расчеты  $T_e$ , например, по результатам измерения поглощения радиоволн методом A1 и A2, также дают  $T_p < T_e$  [11,12]. Одной из причин такого расхождения может быть наличие дополнительных, более мощных, чем солнечное излучение, источников нагрева ионосферных электронов на рассматриваемых высотах. Например, электронный газ может нагреваться в скрещенных электрическом и магнитном полях. Сделанные нами оценки показывают, что для того, чтобы электрическое поле могло быть существенным в качестве дополнительного источника нагрева электронного газа, его напряженность должна составлять  $(5 \cdot 10^{-2} - 10^{-1})$  В/м. Трудно предположить, что в ионосфере средних широт на рассматриваемых высотах могли иметь место электрические поля со столь большими значениями напряженности.

Оценка эффекта нагревания ионосферных электронов за счет тушения метастабильных ионов, образующихся при фотоионизации нейтральных составляющих атмосферы и за счет выделения энергии в результате реакций диссоциативной рекомбинации также указывает на второстепенную роль этих источников.

Таким образом, определить природу дополнительного источника тепла, с помощью которого можно было бы согласовать теоретические и экспериментальные значения температуры электронов на высотах менее 140 км не удается.

В ионосфере на высотах области E предполагается наличие некоторых локальных образований, в которых температура электронов аномально высока. Наличие этих образований регистрируется при зондовых измерениях, поскольку разрешающая способность зонда Лэнгмюра при измерении  $T_e$  порядка 1 км., и не сказывается на результатах измерения температуры электронов методом некогерентного рассеяния радиоволн, так как в этом случае усреднение проводится по интервалу от 3 до 30 км. Однако в этом случае не удается определить причины, которые могли бы вызвать локальные изменения  $T_e$  в ионосфере.

Имеется ряд обстоятельств, которые могут вызвать несовпадение температуры электронов, измеренных зондовыми методами (зонд Лэнгмюра, модуляционный зонд, высокочастотный температурный зонд) с температурой, рассчитанной из уравнения теплового баланса. Так для зонда Лэнгмюра не существует теории, с помощью которой достаточно достоверно можно было бы определить нижнюю высотную границу его применения, но все же считается, что эта граница находится на высотах 85 – 90 км.

По современным представлениям соударения электронов с нейтральными частицами лишь тогда могут сколько-нибудь существенно влиять на результаты зондовых измерений, когда длина свободного пробега сравнима с размерами зонда. Следовательно, на достаточно малых высотах зонды различной формы и размеров должны давать различные результаты при существующих методах обработки. Однако, при измерениях зондами различной формы и размеров такого различия не обнаруживается.

Попытка объяснить расхождения между  $T_e$  и  $T_p$  влиянием на результаты измерения присутствием магнитного поля указывает на то, что этот эффект пренебрежимо мал. Экспе-

риментальным путем также не удастся обнаружить сколько-нибудь заметного влияния магнитного поля на вид вольтамперных характеристик зонда [10]. Такое влияние должно определяться ориентацией зонда относительно направления геомагнитного поля и этот эффект может проявляться при вращении космического аппарата в виде модуляции значений  $T_e$  по последовательности вольтамперных характеристик. Однако даже в том случае, когда в средней точке электрода периодически создавалось магнитное поле индукцией 4 Гс, вольтамперная характеристика практически не менялась. В связи с этим вряд ли имеет смысл принимать во внимание эффект влияния магнитного поля на результаты зондовых измерений электронной температуры.

Авторы работы [11] и ряда других работ рассматривают в качестве причины высоких значений зондовой температуры электронов на высотах области E недостаточную чистоту поверхности зонда. Проверка этого предположения как в лабораторных условиях, так и при измерении  $T_e$  в ионосфере показала, что температура электронов, измеренная как с помощью высокочастотного температурного зонда, так и с помощью зонда Лэнгмюра с очищенной посредством ионной бомбардировки поверхностью остается больше температуры нейтральных частиц.

Следовательно, вопрос о тепловом балансе ионосферных электронов на этих высотах остается нерешенным, поскольку не один из факторов (исключая некоторое влияние чистоты поверхности коллектора) не приводит к снижению значений  $T_e$  более, чем на (5 – 10) % [10].

В то же время следует отметить, что зондовые измерения температуры электронов в ионосфере ведутся в условиях отсутствия термодинамического равновесия.

Эффективная температура электронов может быть введена через их среднюю энергию:

$$\frac{3}{2} kT_e = \int_0^{\infty} f(v) \frac{mv^2}{2} dv,$$

где  $k$  – постоянная Больцмана;

$m$  – масса электрона;

$v$  – скорость электрона;

$f(v)$  – функция распределения электронов по скоростям.

При расчете электронной температуры из уравнения теплового баланса получаем  $T_e$ , удовлетворяющую приведенному выше уравнению. Распределение электронов по скоростям может быть однозначно охарактеризовано с помощью  $T_e$  только в случае термодинамического равновесия. В то же время следует отметить, что зондовые измерения температуры электронов в ионосфере ведутся в условиях отсутствия такого равновесия. Есть все основания предполагать, что функция распределения ионосферных электронов в области E не является максвелловской. Повышенные значения электронной температуры измеряемой зондами обусловлены присутствием сверхтепловых электронов. Этот случай реализуется на высотах менее 140 км. На больших высотах влияние сверх тепловых электронов менее заметно из-за низких значений их относительной концентрации. Характер распределения электронов по энергиям и анализ зондовых вольтамперных характеристик является предметом дальнейших исследований.

### Литература

1. А. Далгарно, М. Мак-Элрой, Дж. Моффет В кн.: Элементарные процессы в верхней атмосфере, Москва, Мир, 1965, с.143.
2. Волкомирская Л.Б., Гулевич О.А., Кривошеев Н.В., Ларина Т.Н., Резников А.Е. Метод расчета спектров фотоэлектронов в ионосфере // Инженерный вестник Дона 2016, №4 URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3809/](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3809/).
3. Волкомирская Л.Б., Гулевич О.А., Кривошеев Н.В., Ларина Т.Н., Резников А.Е. Расчет притока тепла к электронному газу на высотах области E ионосферы Земли // Инженерный вестник Дона 2016, №4 URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2017/4107/](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2017/4107/).
4. Moffett R.J. Rates of electron cooling in the upper atmosphere. Planet. and space sci. 1988. 36, № 1, pp. 65-72.
5. Павлов А.В. Скорость охлаждения тепловых электронов при возбуждении колебательных уровней N(2) электронным ударом // Геомагнетизм и аэрномия. 1986. 26, №4, С. 669-670.
6. Павлов А. В. Колебательно- возбужденные N2 и O2 в верхней атмосфере (обзор) // Геомагнетизм и аэрномия. 2011. 51, N 2, С. 147-173.
7. Л.Б. Волкомирская, О.А. Гулевич, Н.В. Кривошеев, Т.Н.Ларина, А.Е. Резников Результаты расчета высотного профиля температуры электронов в области E ионосферы Земли //Инженерный вестник Дона, №3 (2017) URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2017/4370](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2017/4370)
8. Л.Б. Волкомирская, О.А. Гулевич, Н.В. Кривошеев, Т.Н.Ларина, Т.Н.Музыка, А.Е. Резников Температура электронов в спорадическом слое E ионосферы Земли //Инженерный вестник Дона, №1 (2018) URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4701](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4701)
9. Ключева Н.М., Кривошеев Н.В., Часовитин Ю.К., Некоторые вопросы интерпретации результатов зондовых измерений температуры электронов в области E ионосферы // Труды института экспериментальной метеорологии, ГУГМС. 1976. 5, №62, С. 113-124.
10. Brace L.H., Carignan G.R., Findley J.A., Experimental evaluation of ionosphere electron temperature measurements by cylindrical electrostatic probes, reprint of the XIII Plenary Meeting, COSPAR, Leningrad, Mai 1970, i-vi, 1-49.
11. Oyama Kohichiro (Institute of Space & Astronautical Science, 3-1-1, Yoshinodai, Sagamihara, Japan) Insitu measurements of Te in the lower ionosphere - a review. Adv. Space Res. 2000. 26, N 8, pp. 1231-1240.
12. Oyama Kohichiro Langmuir probe measurements in the ionosphere and contemporary issues. JAXA Spec. Publ., 2005(2006), N 20, pp. 3-19.

УДК 215

### НАУКА И РЕЛИГИЯ

**Кривошеев Николай Викторович, Шабанов Ярослав Сергеевич**

Донской государственной технической университет,  
г. Ростов-на-Дону, Россия

#### **Аннотация**

*Религия и наука оказывают влияние на жизнь каждого человека в той или иной мере. Обязателен ли конфликт между ними? Целью работы является анализ этого конфликта с исторической, социальной и моральной составляющих. Итогом служит вывод о необходимости компромисса между противоборствующими сторонами.*

**Ключевые слова:** наука, религия, влияние, история, конфликт, православие, атеизм, компромисс.

## SCIENCE AND RELIGION

**Krivosheev Nikolai Viktorovich, Shabanov Yaroslav Sergeevich**

Don State Technical University,

Rostov-on-Don, Russia

### **Abstract**

*Religion and science influence the life of each person in one way or another. Is a conflict between them unavoidable? The aim of the work is to analyze the historical, social, and moral components of this conflict. The study concludes that a compromise between the opposing parties is needed.*

**Keywords:** *science, religion, influence, history, conflict, orthodoxy, atheism, Compromise*

На протяжении многих веков человек хотел узнать больше об окружающей мире, о сути вещей и явлений, окружающих его. Но также ему хотелось верить во что-то высшее, создавшее Вселенную, сотворившее и его. Эти два желания сплетались воедино, разделялись и породили два направления мысли: научное и религиозное. Наука помогала человеку познавать мир, создавать невиданного до этого изобретения, религия же утешала в сложные жизненные моменты и давала надежду на светлое будущее, если и не в этом мире, так в потустороннем. Борясь за место в душе и разуме человека, религия и наука противостояли друг другу на протяжении тысячелетий [1]. Но так ли этот конфликт жесток, должна ли развязка принести неоспоримую победу одной из сторон? Попробуем выяснить.

В современном мире многие люди, (особенно много таких среди детей конца двадцатого-начала двадцать первого века) считают, что религия изжила себя, она на протяжении всей истории подавляла науку и время веры в бога уже прошло. Однако это далеко не так. Практически все древние естествоиспытатели и исследователи верили в своих языческих богов и объясняли многие явления именно с божественной точки зрения. " В Древнем мире люди были наивны,"-скажут скептики и будут по-своему правы [2].

Обратимся к периоду Средневековья и вспомним имена величайших ученых того времени: Николай Коперник, Альберт Великий, Роджер Бэкон и многие другие. Что же объединяет их всех? Они были монахами или священниками. Коперник был каноником Фрауенбургского собора. Его поддержал Тилеман Гизе, епископ Кульский и кардинал Канульский, Николай Шанберг. Первый, получив рукопись Коперника «Об обращении небесных сфер», обеспечил ей скорую публикацию. Альберт Великий, известный как один из "предшественники современной науки" был доминиканским монахом. В то же время его также иногда называют одним из отцов церкви. Роджер Бэкон считается одним из основателей научного познания, внес огромный вклад в развитие математики и оптики. Хотя говорить о средневековой церкви как о катализаторе науки было бы неправильным. Практически все исследователи и ученые немонахи подвергались гонениям и расправе. Особенно усердствовала инквизиция, считавшая многих деятелей науки слугами дьявола. Гонения продолжались и во время Ренессанса. Джордано Бруно был сожжен заживо, Леонардо да Винчи долгое время подозревали в ереси и преследовали. Но и во время Эпохи Возрождения многие научные открытия принадлежали монахам. Атанасий Кирхер, "мастер ста искусств" - один из первых наблюдал микробы в микроскопе.

Не стоит забывать и о вкладе православных священников в всемерный научный фонд. Православный епископ Лев Математик считается основателем высшего образования. Одна из его заслуг - открытие первого университета. В начале IX века этот византийский ученый-священник основал Магнаврскую высшую школу, вскоре ставшую Константинопольским университетом. Славяно-греко-латинскую академию, первый ВУЗ в России, также основали

монахи - братья Ионникий и Софроний Лихуды. Иван Федоров, православный первопечатник, был также дьяконом Русской Православной церкви. Крымский игумен Парфений Кизилташский использовал затопляемые понтоны, чтобы во время Крымской войны поднимать затонувшие корабли [3,4].

С начала Нового времени великие открытия в области физики, биологии и химии значительно потрясли устои мира и нанесли первые могущественные удары по могуществу церкви и правдивости многих ее устоев и заветов. Теория эволюции Чарльза Дарвина до сих пор считается основным антиподом церковной идеи происхождения человека. Однако сам Дарвин говорил : " В самые крайние моменты колебаний я никогда не был атеистом в том смысле, чтобы отрицать существование Бога". Но продолжал подливать масло в огонь разгорающегося противостояния науки и церкви: " Нет ничего более замечательного, чем распространение религиозного неверия, которое я наблюдаю сегодня в мире." Один из величайших ученых всех времен, Исаак Ньютон, как известно, был человеком глубоко верующим и автором многих религиозных трактатов. Однако в современном мире атеизм занял особое место в научном сообществе. Это можно объяснить влиянием таких великих деятелей, как Альберт Эйнштейн: "Частые сообщения о моей религиозности- ложь. В Бога я не верю" или Макс Планк:" Странно, что все религии так много времени уделяют чудесам, в то время как каждому школьнику известно, что чудо, то есть нарушение законов Вселенной, невозможно." Причем с каждым годом всё больше людей отходит от религии в силу тех или иных причин. Особенно это заметно среди приверженцев православия и католиков.

На западе еще не так давно стало общеизвестной информация об утаивании церковью сведений о неподобающем поведении значительного числа священников. Высших иерархов Русской Православной церкви не раз упрекали в хищениях церковных средств. Всё это ведет к уменьшению влияния церкви на умы людей.

Информационное общество, в котором мы живем, требует непрерывного притока сведений во всех областях человеческой деятельности. В основе науки же лежит потребность нахождения новых знаний, добыча информации. Никто не знает, существуют ли рай или ад на самом деле и получают ли праведники и грешники по заслугам после смерти. Более того, невозможно узнать об этом так, чтобы можно было поделиться сведениями с еще живыми людьми. Наука же предлагает человечеству построить свой собственный рай на Земле. Открываются лекарства от болезней, которые не видели разницы между святыми и грешниками, новейшие изобретения в области земледелия и промышленности минимизируют ручную работу в поле и на заводах, новейшие средства связи и передвижения позволяют экономить немало времени. И на этом моменте каждый может задуматься над будущими перспективами, над оттягиванием момента страшного суда ( если он существует), над тем, как победить страх смерти путем чуть ли не бесконечного продления жизни с помощью грядущих достижений медицины, над возможностью создать свой собственный рай если и не на этой планете, то на другой, которую земляне колонизируют в будущем. Полнейшее торжество науки останавливает лишь то, что всё вышеперечисленное если не недостижимо, то уж точно недоступно человечеству в ближайшем будущем. Но нельзя также забывать, что общество, построенное на восхвалении получения знаний любым путём, начинает терять моральные ценности. Подобные перспективы не раз показывали известные мастера пера и многие из них отрицательно отзывались об обществе, во главе которого будет стоять научный подход к действительности. Пытаясь сохранить свое влияние религия ищет способы если не победить науку, то сохранить своё положение или же пытаться мирно сосуществовать с ней. Однако возможно ли это сосуществование? Русская православная церковь производит активную пропагандистскую деятельность с целью укрепить своё влияние. Она выступает за введение обязательных уроков православия в школах, своим авторитетом активно блокирует любую критику своей деятельности в средствах массовой информации. Вызывает вопросы подобное вмешательство церкви в "мирские" дела светского государства. В Великобритании определенную популярность набрал проект по взаимному проникновению науки и религии.

Один из его основателей, отец Эндрю Пинзент, считает: "Многие священники уже прошли значительную научную подготовку. Когда я готовился к роли католического священнослужителя в Риме, то 10% семинаристов в моем колледже имели высшее научное и медицинское образование. При этом в среднем по Великобритании такое образование у менее чем 1,5% населения". К чему приведет подобная инициатива, неизвестно, но компромиссная направленность выгодно отличается от вышеназванной политики Русской Православной церкви.[5,6]

Особого внимания заслуживает также разный взгляд противоборствующих сторон на некоторые ключевые понятия в их деятельности. Например, религией под понятием "чуда" подразумевается практически любое непотное на данном этапе человеческого развития явление. Стоит ли говорить, что многие из "чудес" прошлого уже давно объяснены наукой, которая во многом отрицает само существование "чудес". Однако разве наука в состоянии объяснить все подобные явления во Вселенной? Может ли кто-либо утверждать, что ученые найдут способ объяснить всё, что существует и будет существовать в необъятном космосе? Можем ли с уверенностью сказать, что некие "высшие силы" не вмешиваются в нашу жизнь и их вмешательство поддается объяснению? Пожалуй, что нет. То есть можно считать, что понимание чуда очень специфично и обе точки зрения имеют очень ограниченный своей спецификой взгляд на него [7].

Взглянем на проблему с другой стороны. Что отличает человека от обезьяны. На наш взгляд, ответ очевиден:

1) Стремление наиболее полно познать этот мир, преодолеть ограничения, накладываемые нашей природой и миром, в котором мы живем.

2) Нормы морали, которые позволяют нам построить общество, основанное не на инстинктах, а на необходимости взаимного уважения и сотрудничества для достижения результатов, недостижимых менее организованным формам жизни.

Первое отличие воплощено в науке, в ее многочисленных формах и проявлениях, начиная с доисторических исследований древних идей и заканчивая попытками преодолеть временной и пространственный барьеры. Но далеко не всякое исследование оборачивается благом, не любое изобретение служит пользе человечеству. Некоторые наши изобретения способны нас уничтожить.

Источником морали, того, без чего современный мир не может существовать с древних времен выступает религия. Никакие законы не способны задать правильный вектор поведения людей. Но религия, обладая властью в сердцах и душах людей, способна направить нас на правильный путь, подвигнуть нас выбрать достойный путь. Другое дело, что не всякая религия основана на морали и попытках сделать человечество лучше[8].

Так существует ли необходимость выбирать? Нужно ли нам отрицать одну сторону, чтобы показать правоту другой? Не лучше ли обратить внимание на опасные тенденции развития науки и пугающее разложение в некоторых церковных кругах? Для того, чтобы выжить и продолжать успешно развиваться, человечеству нельзя отбрасывать опоры нашего общества. С другой стороны, любые опоры необходимо рано или поздно совершенствовать и укреплять, не давая внешним и внутренним воздействиям их разрушить.

#### **Литература.**

1. Russell B. Religion and Science. / B. Russel-London: T. Butterworth-Nelson, 1935. 272 p.
2. Никитин В.Н. Материалы международного симпозиума «Наука, антинаука и паранормальные верования» / В. Н. Никитин. [и другие] - Москва: 3 – 5 октября 2001 г.
3. Никольский Н.М. История русской церкви / Н.М. Никольский - Москва: Издательство политической литературы, 1983 г. 448 с.
4. Дуглас Рид. Спор о Сионе / Дуглас Рид - Москва: «Витязь», 1998 г. 522с.
5. Раушенбах Б.В. Праздные мысли / Б.В. Раушенбах - Москва: «Новый Мир» 2001, №5 480 с.

6. Раушенбах Б. В. Пристрастие/Б.В. Раушенбах: Москва-«Новый Мир» 2002 г. 432 с.
7. Раушенбах Б.В. Мой путь к вере/Б.В. Раушенбах-Москва :Газета «Слово» 4(122) от 21.01.2000 г.
8. Арсеньев В.С. О желательном направлении в познании природы Вера и Церковь/В.С. Арсеньев-Москва 1904г.

УДК 621.3, 51-74

## ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОННОГО УСИЛИТЕЛЯ

**Таран Владимир Николаевич, Чумак Ирина Валентиновна**

Донской государственный технический университет  
Технологический институт (филиал) ДГТУ в г. Азове,  
г. Азов, Россия

### *Аннотация*

*В работе рассмотрена электронная схема, математическая модель которой позволяет производить оптимизацию таких параметров, которые сложным образом зависят от топологии схемы и ее элементов. Поэтому стандартные способы определения оптимальных значений не работают. В результате преобразований система, содержащая дифференциальные и алгебраические соотношения приводится к виду, содержащему только дифференциальные уравнения в форме Коши. Что позволяет в дальнейшем исследовании применять хорошо отработанные методы и алгоритмы численного решения дифференциальных уравнений.*

**Ключевые слова:** *математическое моделирование, электронное устройство, биполярный транзистор, метод пространства состояний, дифференциальные уравнения, регулярные поисковые алгоритмы.*

## NUMERICAL MODELING OF MAIN CHARACTERISTICS ELECTRONIC DEVICE

**Taran Vladimir Nikolaevich, Chumak Irina Valentinovna**

Don State Technical University  
Technological Institute (branch) DSTU in the city of Azov  
Azov, Russia

### **Abstract**

*The paper considers an electronic circuit whose mathematical model allows the optimization of such parameters, which depend in a complex way on the topology of the circuit and its elements. Therefore, standard methods for determining the optimal values do not work. As a result of transformations, a system containing differential and algebraic relations is reduced to a form containing only differential equations in the Cauchy form. This allows us to apply well-developed methods and algorithms for the numerical solution of differential equations in a further study.*

**Keywords:** *mathematical modeling, electronic device, bipolar transistor, state space method, differential equations, regular search algorithms.*

В настоящее время в связи с развитием и совершенствованием радиотехнических устройств актуальной задачей становится разработка эффективных методов численного моделирования характеристик этих устройств. Что позволяет снизить сроки проектирования,

затраты на изготовление экспериментальных образцов, а так же оптимизировать параметры электронных приборов, таких как коэффициенты полезного действия, усиления, шума и нелинейных искажений [1].

Рассмотрим оператор преобразования входного сигнала в выходной, зависящий от топологии схемы и ее параметров (рисунок 1).



Рисунок 1 - Оператор преобразования

Топологическая схема рассматриваемого усилителя приведена на рисунке 2.

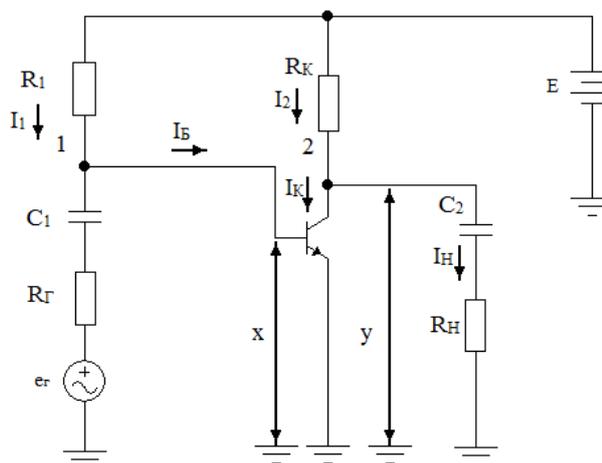


Рисунок 2 - Принципиальная схема

Для математического описания характеристик устройства используем метод пространства состояний, представляющий собой упорядоченный способ нахождения состояния системы в функции времени. Согласно схеме рисунка 2 составим уравнения для входного выходного контуров основных характеристик усилителя:

$$e_{Г} = U_{R_{Г}} + U_{C_1} + x, \quad (1)$$

$$y = U_{C_2} + U_{R_{H}}, \quad (2)$$

где  $x$  – напряжение база - эмиттер,  $y$  – напряжение коллектор - эмиттер,  $e_{Г}$  – ЭДС генератора,  $U_{C_1}$  – напряжение на емкости  $C_1$ ,  $U_{C_2}$  – напряжение на емкости  $C_2$ ,  $U_{R_{H}}$  – напряжение на сопротивлении нагрузки,  $U_{R_{Г}}$  – напряжение на резисторе.

Для каждого узла, входящего в схему составим уравнения Кирхгофа. В соответствии с [2] получаем следующие соотношения:

$$I_{Б} = I_1 + I_{Г},$$

$$I_2 = I_{К} + I_{H}.$$

Ток в нагрузке из второго узла и ток генератора определяются следующими выражениями:

$$I_H = \frac{E - y}{R_K} - I_K, \quad (3)$$

$$I_r = I_B - I_1 = I_B - \frac{E - x}{R_1}. \quad (4)$$

здесь  $E$  – напряжение питания.

С другой стороны, поскольку в цепи имеются реактивные элементы, ток в нагрузке равен  $I_H = C_2 \frac{dU_{C_2}}{dt}$ , а ток генератора  $I_r = C_1 \frac{dU_{C_1}}{dt}$ .

Найдем напряжение на реактивных элементах:

$$U_{C_1} = e_r - R_r \left( I_B - \frac{E - x}{R_1} \right) - x. \quad (5)$$

Из выходного контура определим напряжение на конденсаторе:

$$U_{C_2} = y - U_{R_H}. \quad (6)$$

Составим систему дифференциальных уравнений первого порядка:

$$\begin{cases} I_r = C_1 \frac{dU_{C_1}}{dt}, \\ I_H = C_2 \frac{dU_{C_2}}{dt}. \end{cases} \quad (7)$$

Подставим в (7) выражения токов  $I_H$ ,  $I_r$  из (3), (4) и напряжений  $U_{C_1}$ ,  $U_{C_2}$  из (5) и (6), получаем:

$$\begin{cases} \frac{E - y}{R_K} - I_K = C_2 \frac{d}{dt} \left[ \left( 1 + \frac{R_H}{R_K} \right) y - \frac{R_H}{R_K} E + I_K R_H \right], \\ I_B - \frac{E - x}{R_1} = C_1 \frac{d}{dt} \left[ e_r - \left( 1 + \frac{R_r}{R_1} \right) x - I_B R_r + \frac{R_r}{R_1} E \right]. \end{cases} \quad (8)$$

Зависимости тока базы и тока коллектора от соответствующих напряжений являются нелинейными  $I_B = I_B(x, y)$ ,  $I_K = I_K(x, y)$  и находятся в соответствии с методом, рассмотренным в работе [3].

Дифференцируя правые части полученных равенств по времени, обозначая производные по времени точкой, например:  $\frac{de_r}{dt} = \dot{e}$ , получаем линейную систему относительно  $\dot{x}$  и  $\dot{y}$ .

Опираясь на результаты работ [4-7], приведем полученную систему к форме Коши, для чего введем обозначения:

$$\begin{aligned} b_1(x, y) &= \frac{E - y}{R_K} - I_K(x, y), \quad b_2(x, y) = I_B(x, y) - \frac{E - x}{R_1}, \\ a_{11}(x, y) &= C_2 R_H \frac{\partial I_K(x, y)}{\partial x}, \quad a_{21}(x, y) = C_1 \dot{e} - C_1 \left[ \left( 1 + \frac{R_r}{R_1} \right) - R_r \frac{\partial I_B(x, y)}{\partial x} \right], \\ a_{12}(x, y) &= C_2 \left( 1 + \frac{R_H}{R_K} + R_H \frac{\partial I_K(x, y)}{\partial y} \right), \quad a_{22}(x, y) = C_1 R_r \frac{\partial I_B(x, y)}{\partial y}. \end{aligned}$$

В результате преобразований система (8) преобразуется в систему нелинейных дифференциальных уравнений следующего вида:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = \frac{b_1(x,y)a_{22}(x,y) - a_{12}(x,y)b_2(x,y)}{a_{11}(x,y)a_{22}(x,y) - a_{12}(x,y)a_{21}(x,y)} \\ \frac{dy}{dt} = \frac{b_2(x,y)a_{11}(x,y) - a_{21}(x,y)b_1(x,y)}{a_{11}(x,y)a_{22}(x,y) - a_{12}(x,y)a_{21}(x,y)} \end{cases} \quad (9)$$

С использованием пакета прикладных программ Mathcad находим численные решения полученной системы (9), которые позволяют получить формы напряжения на базе и коллекторе транзистора.

Z := rkfixed(V,t0,t1,N,F) - метод Рунге-Кутты

M := 2 · 10<sup>4</sup>

q := 0..M

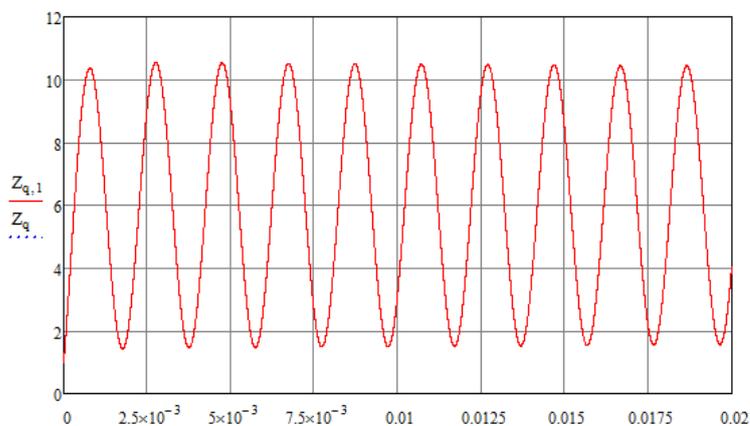


Рисунок 3 – Численное решение

Кроме того, данная схема была собрана и подвергнута симуляции с использованием программы для моделирования цифровых и аналоговых электронных схем Electronics Workbench. Сравнение результатов показало расхождение между напряжениями, полученными первым и вторым способами, не более 10 %.

### Литература

1. Соболев, И. М. Выбор оптимальных параметров в задачах со многими критериями / И. М. Соболев, Р. Б. Статников – Дрофа, 2006. - 175 стр.
2. Бакалов, В. П. Основы теории цепей/ В. П. Бакалов, В. Ф. Дмитриков, Б. И. Крук – Горячая линия – Телеком, 2007. – 596 стр.
3. Таран В. Н. Топологический подход в моделировании электронных схем/ В. Н. Таран, В. Н. Трофименко – Труды РГУПС №3(17), 2011. – с.75-83.
4. Лопатин, В. Ф. Экспериментальное исследование работы генераторов гармонических колебаний при их взаимной синхронизации/ В. Ф. Лопатин, В. Н. Таран, А. В. Шандыбин – Вестник РГУПС №4, 2014. – с.70-76.
5. Sonmez, O. Simulation-based analog and RF circuit synthesis using modified evolutionary strategies algorithms/ O. Sonmez, G. Dundar – Integration, the VLSI Journal. Vol. 44. No 2, 2011. – P. 144-154.
6. Хайрер, Э. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Т.2. Жесткие и дифференциально-алгебраические задачи/ Э. Хайрер, Г. Ваннер – М.: Мир, 1999.
7. Пошивайло, И. П. Жесткие плохо обусловленные нелинейные модели и методы их расчета. Дис. ... к.-та физ.-мат. наук/ И. П. Пошивайло – Москва, 2014. — 89 с.

УДК 004.92

## ЭФФЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ OCCLUSION CULLING В ТРЕХ- МЕРНОЙ ГРАФИКЕ

**Бобаренко Денис Викторович, Колосова Ирина Владимировна  
Запорожец Олег Игоревич**

Технологический институт (филиал) ДГТУ в г. Азове,  
г. Азов, Россия

### *Аннотация*

*В данной статье рассмотрены основные методы и алгоритмы оптимизации трехмерных сцен, которые чаще всего используются на сегодняшний день при разработке графических приложений. Приведен принцип работы последовательной оптимизации графики и так же приведены примеры реализации некоторых алгоритмов на языке программирования C++.*

*Ключевые слова: оптимизация трехмерной графики, отсечение невидимой геометрии, Occlusion Culling, Frustum Culling, Bounding Box, Quadtree, Octree, Level of Detail.*

## EFFICIENT METHODS OF USING OCCLUSION CULLING IN 3D GRAPHICS

**Bobarenko Denis Viktorovich, Kolosova Irina Vladimirovna  
Zaporozhets Oleg Igorevich**

Technological Institute (branch) of DSTU in Azov  
Azov, Russia

### *Abstract*

*This article discusses the basic methods and algorithms for optimizing three-dimensional scenes, which are most often used today in the development of graphical applications. The principle of sequential graphics optimization and examples of the implementation of some algorithms in the C++ programming language are given.*

*Keywords: optimization 3D graphics, clipping of invisible geometry, Occlusion Culling, Frustum Culling, Bounding Box, Quadtree, Octree, Level of Detail.*

### **Введение**

Большое множество графических алгоритмов предназначены для быстрого рендеринга (визуализации) геометрии уровня и создания красивой и насыщенной картинки. Другие же алгоритмы предназначены для повышения производительности приложения, снижая нагрузку на графический (GPU) и центральный процессор (CPU).

Алгоритмы Occlusion Culling предназначены для увеличения производительности рендеринга, за счет отбрасывания геометрии, которая скрыта другой геометрией от наблюдателя, то есть она не видна в текущем кадре. Существует множество реализаций Occlusion Culling, как программных, которые выполняются на GPU и CPU, так и имеющих аппаратную поддержку.

Одним из алгоритмов отсечения невидимой геометрии, имеющую аппаратную поддержку, является Occlusion Query, который был рассмотрен в статье «Отсечение невидимой геометрии средствами OpenGL (OpenGL Occlusion Culling)» [1]. Поддержка алгоритма Occlusion Query была еще реализована на видеокартах NVIDIA третьего поколения (GeForce 3), при помощи графических библиотек OpenGL и DirectX 9.

Ряд других же алгоритмов отсеечения невидимой геометрии, основаны на обработке промежуточных результатов рендеринга, одним из таких алгоритмов является Early-Z Rejection.

### **1 Early-Z Rejection**

Данный алгоритм работы основан на принципе сравнения фрагментов, полученных из буфера глубины (z-буфера) в ходе вычислений на этапе растеризации. Если значение текущего фрагмента будет больше, чем значение этого фрагмента на предыдущем шаге, то текущий фрагмент будет выброшен из окончательного прохода рендеринга. Этап проверки глубины геометрии производится без наложения текстур, и без использования шейдеров пост-эффекта, что приводит к увеличению скорости выполнения данного этапа.

При правильной реализации алгоритма можно получить существенный прирост в производительности графического приложения, в ином случае производительность будет снижена. Так же при использовании данных алгоритмов необходимо учитывать и трехмерную сцену (локацию), для которой будет производиться оптимизация.

### **2 Вспомогательные алгоритмы отсеечения невидимой геометрии**

Алгоритмы Occlusion Culling являются ресурсозатратными и поэтому их чаще всего реализуют совместно с другими более быстрыми, но менее эффективными алгоритмами. Задача этих алгоритмов заключается в том, чтобы исключить как можно больше объектов на сцене, которые не попадают в область видимости трехмерной камеры.

#### **2.1 Отсечение по дальности видимости**

Самый простой алгоритм, который реализуется в графическом движке, является алгоритм отсеечения геометрии по дальности видимости. Графические библиотеки OpenGL и DirectX 9 имеют свою реализацию данного метода. К примеру, в OpenGL присутствует функция gluPerspective, в которой указываются ближняя и дальняя линии просмотра, при выходе за которые объект будет исключен из дальнейшего рендеринга сцены [2].

Пример программной реализации по работе с данной функцией:

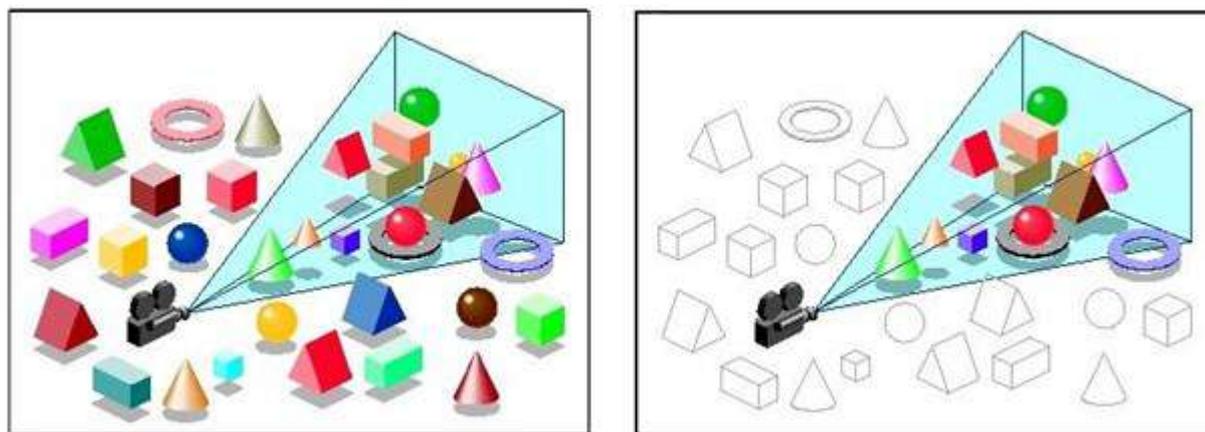
```
float angle_fov = 45.0f;  
float aspect = (float)Width/(float)Height  
gluPerspective (angle_fov, aspect, 0.0f, 1000.0f);
```

Из приведенного примера видно, что обзор вокруг трехмерной камеры может достигать до 1000 юнитов (ед. изм., 1 юнит  $\approx$  1 см.). Объекты, которые расположены дальше, чем на 1000 юнитов, будут исключены из списка визуализируемых объектов.

#### **2.2 Frustum Culling и Bounding Box**

Использовать стандартный метод OpenGL gluPerspective в чистом виде, можно только на малых сценах, с небольшим количеством геометрии. Если же ведется разработка огромного виртуального мира с большим количеством геометрии: деревьев, зданий, машин, людей и т.д., то данный метод не даст большого прироста производительности. Для этих целей используют алгоритм отсеечения по пирамиде видимости (Frustum Culling).

View Frustum (*пирамида видимости*) – это область виртуального пространства на трехмерной сцене, которая полностью совпадает с областью трехмерной камеры. Пирамида видимости состоит из шести граней, по одной грани на сторону света. Вся геометрия сцены проходит тест на попадание в пирамиду видимости (рисунок 1а). Если хотя бы одна вершина объекта геометрии попадает в пирамиду видимости, то данный объект вносится в список для визуализации (рисунок 1б) [3].



а) б)  
Рисунок 1 – Принцип работы Frustum Culling  
а) до проверки; б) после проверки

Использование Frustum Culling в чистом виде не всегда гарантирует значительного прироста производительности при большом количестве объектов на сцене. Так же огромную роль здесь играет количество полигонов и вершин каждого объекта. Чем больше полигонов и вершин на виртуальной сцене, тем больше потребуется времени на проверку попадания их в пирамиду видимости. Для оптимизации работы данного алгоритма используется технология Bounding Box.

Bounding Box (BBox, *ограничивающий параллелепипед*) — это простая фигура в виде параллелепипеда (куда), которая ограничивают форму более сложной геометрической модели, состоящая из сотен или даже тысяч полигонов (рисунок 2). Bounding Box выступает в роли контейнера для трехмерной модели, который описывается 8-ю вершинами. Затем данный аппроксимирующий параллелепипед проходит тест на попадания в пирамиду видимости, вместо высокодетализированной модели, которая заключена в нем.

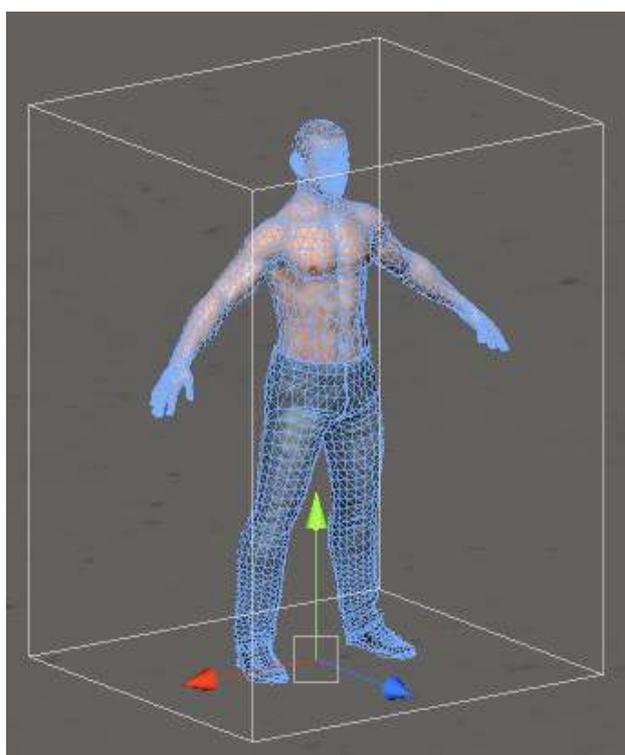


Рисунок 2 – Модель персонажа заключенная в Bounding Box

Пример программного кода описывающий классы BoundingBox и Frustum:

```
class BoundingBox
{
    public:
        // прикрепление модели к bbox
        void attachMesh (Mesh obj);
        // прикрепление частиц к bbox
        void attachParticles (Particle part);
        ...
}

class Frustum
{
    public:
        // Обновление
        void UpdateFrustum();
        // Проверка попадание точки в Frustum
        bool PointInFrustum(float x, float y, float z);
        // Проверка попадание сферы в Frustum
        bool SphereInFrustum(float x, float y, float z, float rads);
        // Проверка попадание куба в Frustum
        bool CubeInFrustum(float x, float y, float z, float size);
        // Проверка попадание куба в Frustum
        bool BBoxInFrustum(BoundingBox bbox);

    private:
        // Плоскости для каждой стороны пирамиды
        float pl_frustum[6][4];
};
```

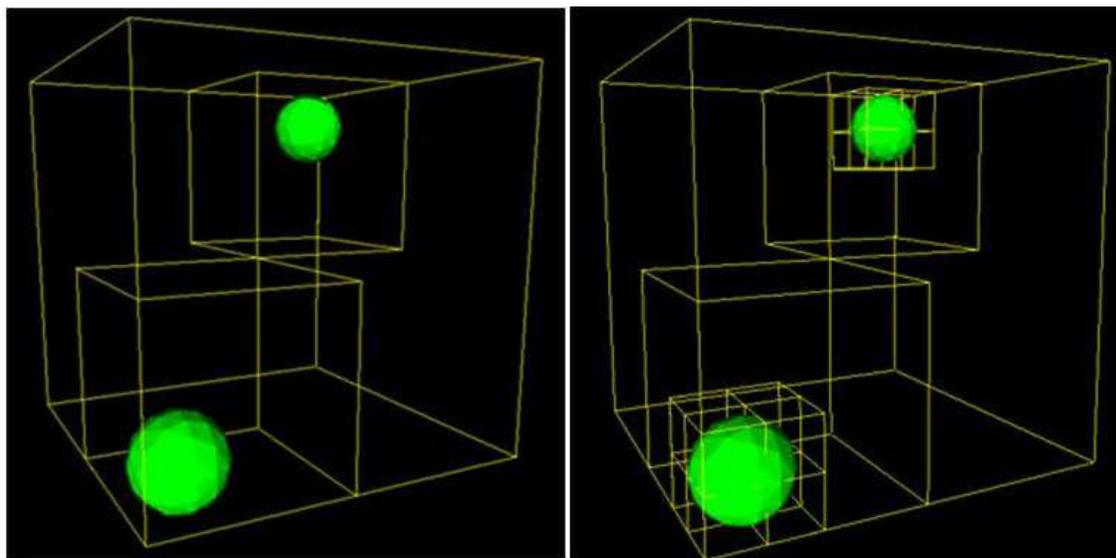
Возможности применения BBox очень широки: проверка попадания объекта в пирамиду видимости, пересечения объекта с лучом, столкновения объектов между собой и так далее. Так же существуют различные модификации BBox: Oriented Bounding Box (OBB), Axis Aligned Bounding Box (AABB), Bounding Cube, Bounding Sphere и так далее.

### 2.3 Алгоритмы разбиения виртуальной сцены

Использование алгоритма Frustum Culling совместно с Bounding Box значительно ускоряет работу графического приложения, так как проверяется не каждая вершина объекта по отдельности, а Bounding Box в который он заключен. Следовательно, требуется проверить только 8 вершин Bounding Box, чтобы узнать попадет данная модель в список визуализируемых объектов или нет.

Алгоритм работы Frustum Culling с Bounding Box так же можно ускорить, используя алгоритмы деления виртуального пространства на части (узлы). Наиболее известными и широко используемыми алгоритмами на сегодняшний день являются Quadtree (квадродерева) и Octree (окто-дерева), речь о данных алгоритмах велась в статье «Методы оптимизации компьютерной графики» [4].

Идея этих алгоритмов заключается в рекурсивном делении виртуального мира на узлы, в Quadtree на 4 узла, в Octree на 8 узлов. Если узел оказывается пустым, то есть в нем отсутствуют объекты, то данная область выбрасывается из рендеринга. Если же в узле содержится некоторое количество объектов, то он продолжает свое деление, до тех пор, пока в одном узле не останется один объект или пока не достигнет определенного уровня разбиения (рисунок 3). На каждом шаге рекурсии проверяется список узлов, содержащие объекты, методом Frustum Culling. Если узел не попадает в пирамиду видимости, то он также исключается.



а) б)

Рисунок 3 – Принцип работы Octree  
а) второй этап деления; б) четвёртый этап деления

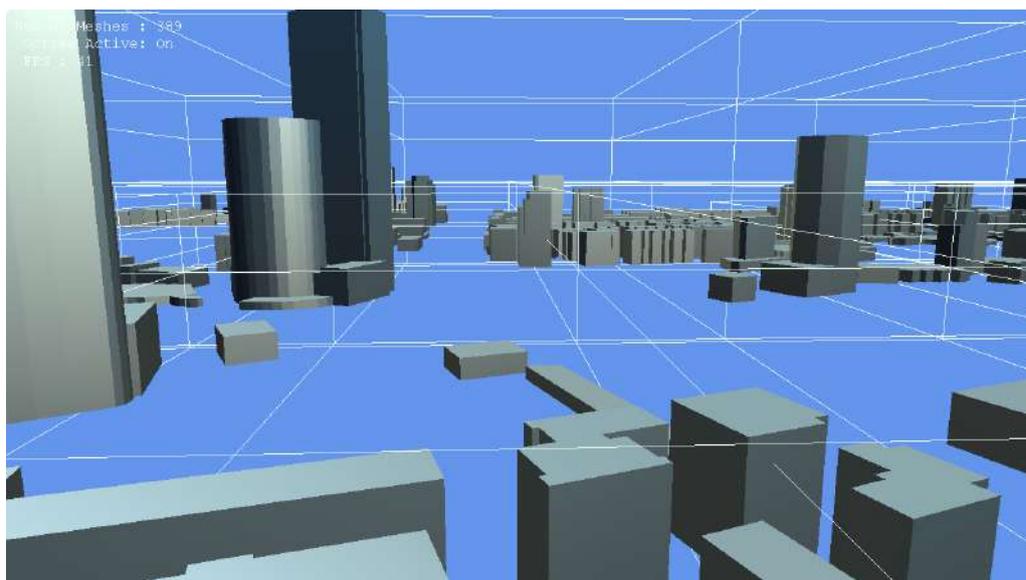


Рисунок 4 – Разбиение трехмерной сцены методом Octree

### 3 Level of Detail

Level of Detail (LOD, *уровень детализации*) — является приёмом в программировании трехмерной графики, который заключается в использовании нескольких вариантов одной и

той же модели с разной степенью детализации (рисунок 5). Переключение между моделями с разной детализацией зависит от удаленности объекта от виртуальной камеры. Чем дальше объект от камеры, тем менее детализированная модель будет отображаться на сцене. Использование высокополигональных моделей на большом расстоянии от камеры - нецелесообразно, так как для отображения этих моделей требуются большие вычислительные ресурсы, а с визуальной точки зрения разницы между высокополигональной и низкополигональной моделью не будет. При приближении камеры к объекту, будет производиться загрузка модели с большей степенью детализации [5].

Пример программного кода демонстрирующий загрузку модели с разной детализацией, в зависимости от удалённости от камеры:

```
// создание камеры и загрузка модели
Camera cam = new Camera (0.0f, 0.0f, 0.0f);
Mesh obj = new Mesh("wheel.3ds");
// загрузка LOD модели трех уровней
obj->addLOD(1, "wheel_LOD1.3ds");
obj->addLOD(2, "wheel_LOD2.3ds");
obj->addLOD(3, "wheel_LOD3.3ds");

...
float length = getLength( cam, obj );
if ( length < 50.0f) {obj->DrawLOD(0);} else
if ((length > 50.0f)&& (length < 70.0f)) {obj->DrawLOD(1);} else
if ((length > 70.0f)&& (length < 100.0f)) {obj->DrawLOD(2);} else
if ( length > 100.0f) {obj->DrawLOD(3);}

...

// функция расчета расстояния от камеры до объекта
float getLength(Camera cam, Mesh obj)
{
    float len =
        pow( abs(cam->getPosition.x - obj-> getPosition.x),2) +
        pow( abs(cam->getPosition.y - obj-> getPosition.y),2) +
        pow( abs(cam->getPosition.z - obj-> getPosition.z),2);
    return len;
}
```

Метод LOD хорошо применим для больших и средних объектов, которые видны на расстоянии. Если речь идет о маленьких объектах, которые видны только на малом расстоянии от камеры, а на большом - нет, то такие объекты так же исключаются из списка визуализируемых объектов, снижая при этом нагрузку на CPU и GPU.

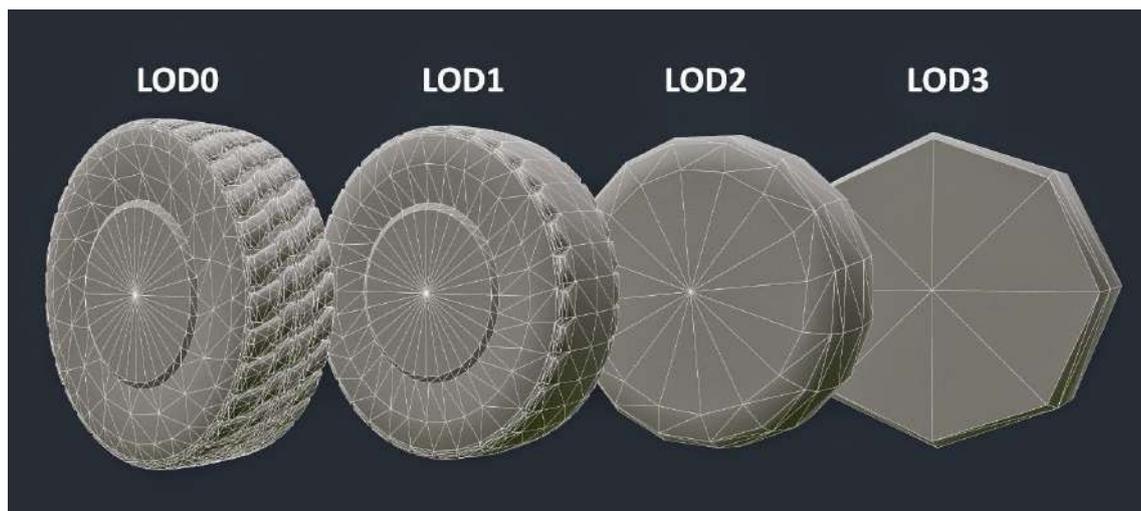


Рисунок 5 – Уровни детализации одной модели

#### 4 Итоговый рендер

Итак, рассмотрев все наиболее популярные методы и технологии для отсечения невидимой геометрии сцены, опишем алгоритм работы графического движка.

1. После загрузки всей геометрии сцены, происходит отсечение стандартным методом графической библиотеки (на примере OpenGL - gluPerspective) по дальности видимости.

2. Виртуальное пространство, которое попадает в область видимости камеры, делится на узлы по методу Quadtree или Octree. Выбор того или иного метода также зависит от самой сцены, в одном случае предпочтительней использовать Quadtree, в другом Octree.

3. После того как виртуальное пространство было поделено на узлы, производится проверка каждого узла методом Frustum Culling и в тех узлах, в которых содержится объект для визуализации, происходит повторное деление этого узла (до определенного уровня). Для облегчения проверки попадания объекта в узел, используется Bounding Box.

4. Список объектов, полученный в результате проверки по пирамиде видимости, отправляется на рендер в видеокарту, где уже вступает в силу последний алгоритм Early-Z Rejection.

5. Важным этапом перед отправкой геометрии на рендер является исключение из списка прозрачных и полупрозрачных объектов, таких как стекло. Так как модель окна с прозрачным стеклом может перекрывать объекты, которые находятся за ним и будут выброшены из рендеринга.

6. К конечному списку визуализируемых объектов уже применяются и другие алгоритмы оптимизации графики, такие как LOD.

#### Литература

1. Бобаренко Д. В., Колосова И. В., Компаниченко А. Ю. Отсечение невидимой геометрии средствами OpenGL (OPENGLOCCCLUSIONCULLING) // Современные тенденции развития и перспективы внедрения инновационных технологий в машиностроении, образовании и экономике. 2018. Т. 4. № 1 (3). С. 159-164.

2. Самарханова Э. К., Котяев Р. А. О некоторых возможностях OpenGL в компьютерной графике // Мир компьютерных технологий. 2015. С. 40-44

3. Домрачева Т.С., Гусев В.В., Гусев И.В., Христофоров Р.П. Отброс невидимой геометрии Occlusion Culling // Вестник современных исследований. 2018. № 12.5 (27). С. 106-107
4. Бобаренко Д. В., Компаниченко А. Ю., Колосова И. В. Методы оптимизации компьютерной графики // Современные тенденции развития и перспективы внедрения инновационных технологий в машиностроении, образовании и экономике. 2016. № 1. С. 167-169.
5. Габдрахманов Р. М. Визуализация моделей ландшафтов с высоким уровнем детализации на значительных площадях // Информация и космос. 2012. № 2. С. 24-29

УДК 67.02

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

**Дешин Антон Александрович, Попов Сергей Александрович,  
Чиняков Антон Алексеевич**

Технологический институт (филиал) ДГТУ в г. Азове,  
г. Азов, Россия

### **Аннотация**

*Промышленность в настоящее время все сильнее стремится перейти на сторону автоматизации. Одним предприятиям это уже удалось, в связи с чем их производительность только увеличивается, другие только начинают свой путь переоборудования. В этой ситуации понятно только одно: использовать ручной труд на производстве стало просто экономически не выгодно.*

*В данной статье будет рассмотрен основной инструмент автоматизации - современные системы с числовым программным управлением, которые имеют совершенно другие параметры в отличие от их недавних аналогов. Разберемся, насколько сильно изменилась программная часть, как это отражается на удобстве пользования системой. Существуют также системы с аналоговым и цифровым управлением для станков, наша задача определить, в каких случаях нужно использовать тот или иной тип оборудования и в чем разница на аппаратном уровне. Помимо этого обратим внимание на основные веяния в промышленности и определим насколько важно сделать тот или иной шаг на пути к автоматизации.*

**Ключевые слова:** *промышленность, автоматизация, система ЧПУ, станки, оператор, сервоприводы.*

**MODERN TRENDS OF PRODUCTION AUTOMATION**  
**Deshin Anton Aleksandrovich, Popov Sergey Aleksandrovich,**  
**Chinyakov Anton Aleksandrovich**  
Technological Institute (branch) of DSTU in Azov,  
Azov, Russia

### **Abstract**

*Industry is now increasingly seeking to move to the automation side. Some enterprises have already succeeded, and therefore their productivity is only increasing, others are just beginning their way of re-equipment. In this situation, only one thing is clear: the use of manual labor in the workplace was simply not economically profitable.*

*This article will consider the main automation tool - modern systems with numerical control, which have completely different parameters in contrast to their recent counterparts. Let's see how much has changed the software part, as it affects the usability of the system. There are also systems with analog and digital control for machines, our task is to determine in which cases it is necessary to use a particular type of equipment and what is the difference at the hardware level. In addition, we will pay attention to the main trends in the industry and determine how important it is to take a step towards automation.*

**Keywords:** *industry, automation, CNC, machine tools, operator, servo drive.*

Современная промышленность меняется не по дням, а по часам. Уже не сравнить с тем что было даже не тридцать, а каких-то пять-десять лет назад. Люди заинтересованные высокой производительностью предприятия, совершенствованием техпроцессов, улучшением качества выпускаемой продукции прекрасно понимают, что не обойтись без применения современных систем с числовым программным управлением. Грамотно наладить производство и заинтересовать рынок, подкрепляя его актуальными новыми идеями - это целое искусство [1]. Оборудование, оснащенное системами числового программного управления, является базой для реализации современных технологий [2]. В настоящее время выбор таких систем достаточно широк и каждый производитель готов предложить свой вариант решения той или иной задачи, все от достаточно мощных систем ЧПУ до примитивных контроллеров, устанавливаемых на оборудование с малым спектром задач.

Автоматизированное производство популярно по всему миру, так как снижает затраты на производство [3]. Профессия токаря или фрезеровщика уже не выглядит так, как ее представляют большинство людей. Безусловно, на небольших предприятиях с малыми средним уровнем дохода еще можно встретить человека в комбинезоне и защитных круглых очках, но такие ситуации возникают все реже. В последнее время люди, занимающиеся металлообработкой, больше напоминают хирургов в чистых халатах, которые смотрят на монитор и следят за исполнением программы, предоставленной технологом производства. С одной стороны, это превосходно: упрощается ручной труд, уменьшается время изготовления детали и т.д., но с другой не совсем правильно, что люди, приобретая профессию оператора станка ЧПУ, теряют навык работы на станке с ручным управлением, а молодое поколение не имеет его вовсе, т.к. их подготовка была нацелена на автоматизацию труда. Таким образом в скором времени мы не найдем человека с "золотыми руками", который способен вручную выточить деталь с соточной точностью (0,01мм). Но это своеобразная дань прогрессу, и никуда от этого не деться.

И все-таки вернемся к ЧПУ. Конечно не о каких перфолентах, шкафах наполненных огромным количеством печатных плат с логическими элементами советского, реже импортного производства уже давно речь не идет, все это встречается только при демонтаже и замене устаревшего оборудования. На данный момент система ЧПУ представляет собой небольшой промышленный компьютер, напоминающий моноблок, включающий в себя дисплей, процессорный модуль и органы управления. Также могут присутствовать интерфейсные разъемы для подключения датчиков, различных протоколов управления, разъемы цифро-аналогового преобразования, интерфейсы USB. Возможность удаленного управления системой ЧПУ уже не просто норма, а в большинстве случаев обязательное требование предприятий-заказчиков. Системные ресурсы у современных промышленных компьютеров также не уступают современным требованиям к вычислительной технике. Процессоры, используемые в системах, имеют не менее четырех ядер, широко применяются накопители SSD.

Программная часть систем ЧПУ также достойна отдельного внимания. Технологические программы, написанные на G-кодах по прежнему остаются актуальными, но помимо общепринятых универсальных команд, работающих на большинстве систем, каждый производитель расширяет список, добавляя полноценные универсальные технологические циклы,

изменяя параметры которых, можно избежать переписывания управляющих программ, при изменениях в чертежах детали. Например, выполнялось сверление шести отверстий по кругу, а возникла необходимость просверлить восемь. Раньше понадобилось бы изменить чертеж и вслед за ним управляющую программу, а сейчас достаточно зайти в параметры цикла и изменить шесть на восемь и система ЧПУ сама сделает перерасчет. Особенно интересно то, что некоторые производители оставляют возможность написания и редактирования технологических циклов для технологов и продвинутых операторов. Кроме этого появилась возможность выполнять предпросмотр программы с помощью графической визуализации, которая в точности отобразит все траектории перемещения инструмента, а также позволит выполнить покადровый просмотр программы для детального редактирования управляющей программы.

Интерфейс систем ЧПУ становится максимально дружелюбным, больше никакого DOS - подобного минимализма. Четко отрисованные кнопки, регуляторы подач, всевозможная индикация - все это оказывает большое подспорье оператору. Тем не менее, производители не останавливаются на достигнутом, а вводят все новые и новые функции, занимаются детализированной отрисовкой интерфейса, улучшают многопоточность ПО для обеспечения максимально эффективного использования аппаратных ресурсов.

Как известно будущее за цифровыми технологиями, это также касается и промышленного оборудования. Поэтому в настоящее время идет активный выпуск цифровых сервоприводов для различных типов двигателей. Это оборудование взаимодействует с системой ЧПУ уже не по цифро-аналоговому каналу, а непосредственно по каналу Ethercat, который является промышленным цифровым интерфейсом, в разы повышающим скорость и помехозащищенность соединения. Отсюда следует, что точность обработки на том же станке, но уже с цифровым управлением значительно возрастает. Но тут понятно, что такую технологию должна поддерживать система ЧПУ. К счастью даже на российском рынке есть производители, активно работающие в этом направлении, продукция которых соответствует вышперечисленным требованиям. Одной из таких компаний является ООО «Новые Электронные Технологии». И тем не менее, производители пока не рискуют полностью отказываться от аналогового интерфейса, т.к. достаточно большое количество оборудования работает на нем. К тому же производители электроприводов также продолжают выпуск моделей с аналоговым управлением, таким образом компании стараются делать системы ЧПУ универсальными, обладающими всеми необходимыми интерфейсами. В данной ситуации имеет место тот факт, что на многие обрабатывающие станки нет необходимости устанавливать цифровое оборудование, т.к. их состояние, технические характеристики либо особенности механики не позволяют достичь той точности, которую способны обеспечить привода, работающие по технологии Ethercat. Качество и запас прочности старых станков позволяет им уверенно держаться на плаву и в настоящий момент, но функционал данного оборудования в последнее время перестает быть достаточным для промышленников, даже при наличии установленной ЧПУ. А все дело в том, что все большую популярность набирают автоматизированные обрабатывающие центры, способные одновременно выполнять как токарные, так и фрезерные работы. При этом точность, по сравнению со старым оборудованием гораздо выше, помимо этого присутствует автоматическая подача материала. Таким образом, оператор такого обрабатывающего центра практически не принимает участия в изготовлении детали и под его контролем может находиться несколько таких машин. При наличии удаленного доступа и видеоконтроля (последний также присутствует в современных системах ЧПУ), обработку детали можно производить даже из дома. Вот для такого оборудования цифровые технологии Ethercat просто необходимы, т.к. аналоговая аппаратура в данном случае не сможет обеспечить требуемые параметры.

Вот такие перспективы присутствуют в промышленности в настоящее время. Конечно, еще до полного исключения участия человека в производстве очень далеко, но все идет именно к этому, отсюда следует вывод, что информационные технологии на ближайшие

двадцать лет будут оставаться одним из самых перспективных направлений современной деятельности.

#### **Литература**

1. Дешин А.А., Попов С.А., Чиняков А.А., R&D-ПРОЕКТЫ: КАК НЕ ПОТЕРЯТЬ ГИБКОСТЬ // Инновационные технологии в машиностроении, образовании и экономике, № 3(5) 2017, с 23-25.
2. Мартинов Г.М., Мартинова Л.И. Формирование базовой вычислительной платформы ЧПУ для построения специализированных систем управления // Вестник МГТУ "Станкин", №1(24), 2014, с. 92-97.
3. Кухтерина А.С., Тенденции автоматизации производства на современном этапе // Современные тенденции развития науки и технологий, №12, 2016, с.75-76.

УДК 338.34

### **ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОПЕРАЦИОННЫХ ЗАТРАТ – ОСНОВА УСТОЙЧИВОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ УГЛЕДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

**Чорноус Оксана Ивановна, Городнянская Елена Сергеевна**

Автомобильно-дорожный институт

Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

г. Горловка, Донецкая Народная Республика

#### **Аннотация.**

*Статья посвящена прогнозированию себестоимости угледобычи, планированию факторов, влияющих на себестоимость добытого угля, что позволяет обеспечивать энергетическую безопасность и независимость государства. В исследовании предложено к факторам, оказывающим влияние на себестоимость угольной продукции отнести численность работающих и объемы угледобычи. Точность прогнозирования является предпосылкой к устойчивому развитию как шахты, так и угледобывающей отрасли в целом.*

**Ключевые слова:** прогноз, угледобыча, численность работающих, себестоимость, угледобывающее предприятие

### **FORECASTING OF OPERATING COSTS – THE BASIS OF SUSTAINABLE OPERATION OF THE COAL MINING ENTERPRISE**

**Chornous Oksana Ivanovna, Gorodnyanskaya Elena Sergeevna**

Automobile and highway institute

of state higher educational establishment

«DONETSK NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY»

Gorlovka, Donetsk People's Republic

#### **Abstract.**

*The article is devoted to forecasting the cost of coal mining, planning factors affecting the cost of coal, which allows to ensure energy security and independence of the state. The study proposed to the factors influencing the cost of coal production include the number of employees and the volume of coal mining. The accuracy of forecasting is a prerequisite for the sustainable development of both the mine and the coal industry as a whole.*

**Keywords:** forecast, coal mining, number of employees, cost, coal mining enterprise

### **Введение.**

Уголь является основным энергоносителем в структуре потребления энергии, поэтому угольная промышленность остается важной отраслью экономики. Энергоносители – стратегический компонент, обеспечивающий жизнеспособность любого государства. Промышленные запасы угля Донецкого региона могут полностью обеспечить потребности в данном виде топлива и гарантировать энергетическую безопасность Республики. Для владельцев угледобывающих предприятий (в т.ч. государства) представляет интерес не только достигнутый уровень устойчивости функционирования, а и возможность увеличения объемов угледобычи при одновременном уменьшении затрат. Механизм управления устойчивым функционированием угледобывающего предприятия должен основываться на прогнозировании факторов, влияющих на его деятельность [1], что позволит руководству предприятия разработать перспективную стратегию устойчивого развития.

Значительный вклад в разработку теоретических, методических и практических основ управления затратами предприятий на основе современных методов прогнозирования внесли такие отечественные и зарубежные экономисты, как: Ф.Ф. Бутинец, Б.И. Валуева, С.Ф. Голова, Т.В. Головкин, О.А. Гришнова, Н.И. Дорош, К. Дрозд, В.И. Ефименко, Е.В. Калюга, Г.Г. Кирейцева, Я.Д. Крупка, Ю.А. Кузьминский, Г.И. Купалова, М.В. Кужельный, Е.В. Мниха, Л.В. Нападовский, М.С. Пушкарь, В.В. Сопка, Н.М. Ткаченко, Н.Г. Чумаченко, В.Г. Швец, В.О. Шевчук, П.С. Безруких, П.П. Новиченко, И.И. Поклада, С. Брю, К. Макконелл, И.С. Мацкевичюс, П. Семуэльсон, С.А. Стукова, Р. Энтони, А. Яругова и др. Вместе с тем еще остались малоизученные направления, которые требуют дальнейшего развития и совершенствования. К одному из таких направлений относится прогнозирование себестоимости угледобычи с возможностью адаптации к современным условиям хозяйствования отечественных угледобывающих предприятий [2].

**Целью работы** является разработка корреляционно-регрессионной модели прогнозирования себестоимости объемов добычи угля в зависимости от влияния факторов влияющих на нее.

### **Основная часть.**

Инструменты прогнозирования себестоимости объемов угледобычи являются общеизвестными. Так, в статье [3] моделирование и прогнозирование себестоимости осуществляется в виде корреляционно-регрессионных моделей, поскольку данная задача относится к многокритериальным задачам поиска оптимального решения в условиях неопределенности и действия большого количества внешних и внутренних факторов. Прогнозирование себестоимости объемов угледобычи на основе экстраполяционных моделей требует предварительной оценки составляющих динамического ряда, образованного результирующим показателем, с целью установления наличия тренда – долгосрочной, детерминированной временной динамики, а также возможных сезонных и периодических колебаний [4].

Прогнозирование себестоимости 1 т угля осуществим на примере ГП «Шахта «Комсомолец Донбасса» (г. Кировское, ДНР) – крупнейший производитель энергетического угля с годовой добычей около 3 млн т., что составляет 3,8 % от общеукраинской добычи до военного конфликта. До 2016 г. входила в состав «Донбасской топливно-энергетической компании» («ДТЭК»). Шахта имеет свой обогатительный комплекс, что даёт возможность обеспечить низкую зольность реализуемой продукции. Добываемый шахтой уголь марки «Т» (тощий) относится к категории энергетических и имеет качественный химический состав. Его теплопроводная способность близка к антрацитам. Уголь пользовался повышенным спросом на тепловых электростанциях Украины, Молдовы, Болгарии и Словакии, однако на сегодняшний день наблюдается потеря рынков сбыта вследствие экономической блокады со стороны Украины и низкая емкость внутреннего рынка. Большая часть угля отгружалась в адрес партнёра по «ДТЭК» – генерирующей компании «Востокэнерго» (экс-

платировала три тепловые электростанции – Зуевскую, Кураховскую и Луганскую). ДТЭК – частная вертикально-интегрированная энергетическая компания Украины, входит в состав финансово-промышленной группы «Систем Кэпитал Менеджмент» («СКМ»). Такая взаимосвязь позволяла повысить энергоэффективность, снизив почти на 20 % удельные затраты, чего сегодня достичь невозможно. В 2009 г. увеличена общая протяженность горных выработок на 3000 м, доведя этот показатель до 21760 м. Также на шахте реализован масштабный проект по дегазации, который значительно повысил безопасность угледобычи. Предприятия компании «ДТЭК» создавали эффективную производственную цепочку по добыче и обогащению угля, генерации и дистрибуции электроэнергии. В 2017 г. шахта вышла из структуры «ДТЭК» и перешла под внешнее управление Министерства угля и энергетики ДНР.

Объективной основой экстраполяции является выявление взаимосвязей между себестоимостью и объемом угледобычи и себестоимостью и среднесписочной численностью, а также одновременно между всеми факторами в 2013 – 2017 гг. Для этого подбирается и обосновывается математическое уравнение, которое наиболее точно отражает сущность исследуемой зависимости. Расчеты целесообразно проводить в прикладных пакетах, таких как MS Excel и др. Полученные данные представим в виде табл. 1. Из проведенного анализа видно, что связь между объемом угледобычи, среднесписочной численностью и себестоимостью, наиболее точно описывает полиномиальная зависимость.

Таблица 1. Сравнительный анализ корреляционных зависимостей

Фактор	Тип зависимости	Коэффициенты уравнения	Коэффициент корреляции, R	Вид уравнения регрессии
Объем добычи угля, тыс. т., $X_1$	Линейная	$a_0 = 3559,17$ $a_1 = -0,0073$	-0,717	$Y = 3559,17 - 0,0073x_1$
	Логарифмическая	$a_0 = -1615,21$ $a_1 = 10856,04$	0,769	$Y = -1615,21 + 10856,04 \ln(x_1)$
	Полиномиальная	$a_0 = 5328,15$ $a_1 = -0,049$ $a_2 = 0,0000002$	0,862	$Y = 5328,15 - 0,049x_1 - 0,00x_1^2$
Среднесписочная численность работающих, чел. $X_2$	Линейная	$a_0 = 8627,69$ $a_1 = -1,23$	-0,69	$Y = 8627,69 - 1,23x_2$
	Логарифмическая	$a_0 = -12759,58$ $a_1 = 49655,85$	0,738	$Y = -12759,58 + 49655,85 \ln(x_2)$
	Полиномиальная	$a_0 = -109914,15$ $a_1 = 50,73$ $a_2 = -0,0056$	0,839	$Y = -109914,15 + 50,73x_2 - 0,0056x_2^2$

Об этом свидетельствуют значения коэффициента детерминации 0,862 и 0,839 (сильная связь) для первого и для второго факторов соответственно. Используя полученные уравнения регрессии осуществляется расчет теоретических значений себестоимости угля от объема добычи по трем зависимостям: линейной, логарифмической и полиномиальной. Полученные значения себестоимости заносим в таблицу 2. Для полиномиальной зависимости рассчитываем прогнозные значения, что представлено на рисунке 1.

Таблица 2. Теоретическое значение себестоимости в зависимости от объема добычи

Год	Квартал	Исходные данные		Теоретические (расчетные) значения себестоимости		
		Добыча, тыс. т.	Себестоимость, руб./т	Линейная зависимость	Логарифмическая зависимость	Полиномиальная зависимость
2013	I	92412	2260,63	2878,99	2834,89	2643,34
	II	103860	2380,53	2794,72	2754,13	2572,09

	III	102260	2469,96	2806,50	2763,82	2578,58
	IV	111600	2503,33	2737,75	2702,45	2556,57
2014	I	131744	2560,34	2589,49	2586,15	2639,63
	II	133007	2490,0	2580,19	2579,69	2650,78
	III	138514	2582,8	2539,66	2552,23	2707,60
	IV	137260	2763,42	2548,89	2557,08	2693,49
	I	135090	2722,9	2564,86	2568,38	2670,71
2015	II	130703	2814,0	2597,15	2592,61	2630,97
	III	131151	2723,5	2593,85	2589,38	2634,64
	IV	136921	2724,43	2551,38	2560,31	2689,79
	I	109506	2876,58	2753,17	2716,98	2558,17
2016	II	46337	3587,48	3218,11	3319,46	3512,65
	III	51084	3221,6	3183,17	3251,62	3379,96
	IV	53176	3139,0	3167,78	3222,54	3324,63
	I	67072	3101,6	3065,50	3059,41	3005,94
2017	II	63961	3207,4	3088,40	3093,33	3069,92
	III	71215	3078,2	3035,00	3017,41	2927,35
	IV	75821	3087,85	3001,10	2973,80	2848,84

Для второго фактора, используя полученные уравнения регрессии (таблица 1) проведем расчет теоретических значений себестоимости угля в зависимости от среднесписочной численности работающих с помощью трех функциональных зависимостей: линейной, логарифмической и полиномиальной. Полученные значения себестоимости представлены в таблице 3. Для полиномиальной зависимости рассчитаны прогнозные значения представлены на рисунке 2.



Рисунок 1 – Динамика и прогнозные значения себестоимости в зависимости от объемов добычи угля

Таблица 3. Теоретическое значение себестоимости в зависимости от среднесписочной численности работающих

Год	Квартал	Исходные данные		Теоретические (расчетные) значения себестоимости		
		Численность работающих, чел.	Себестоимость, руб./т	Линейная зависимость	Логарифмическая зависимость	Полиномиальная зависимость
2013	I	4803	2260,63	2678,09	2675,07	2651,81
	II	4812	2380,53	2666,94	2675,07	2616,63
	III	4836	2469,96	2637,21	2649,55	2518,30
	IV	4844	2503,33	2627,30	2636,79	2484,08
2014	I	4795	2560,34	2688,00	2687,83	2682,31
	II	4826	2490,0	2649,60	2649,55	2560,07
	III	4767	2582,8	2722,68	2726,10	2783,33
	IV	4791	2763,42	2692,95	2700,58	2697,29
2015	I	4785	2722,9	2700,39	2700,58	2719,41
	II	4799	2814,0	2683,04	2687,83	2667,15
	III	4815	2723,5	2663,23	2662,31	2604,69
	IV	4825	2724,43	2650,84	2662,31	2564,18
2016	I	4840	2876,58	2632,26	2636,79	2501,28
	II	4587	3587,48	2945,65	2930,26	3220,01
	III	4613	3221,6	2913,45	2904,74	3179,69
	IV	4634	3139,0	2887,43	2879,22	3141,52
2017	I	4557	3101,6	2982,82	2968,54	3256,99
	II	4385	3207,4	3195,88	3185,45	3271,55
	III	4299	3078,2	3302,41	3300,29	3152,74
	IV	4240	3087,85	3375,49	3376,84	3022,62



Рисунок 2 – Динамика и прогнозные значения себестоимости в зависимости от среднесписочной численности работающих

Экономические явления и процессы хозяйственной деятельности предприятия зависят от большого количества факторов. Как правило, каждый фактор в отдельности не определяет изучаемое явление во всей полноте. Только комплекс факторов в их взаимосвязи может дать наиболее полное представление о характере изучаемого явления. Многофакторный корреляционно-регрессионный анализ дает возможность оценить степень влияния введенных в модель факторов на исследуемый результативный показатель при

фиксированном значении других факторов. Проведем анализ влияния двух факторов (объемов угледобычи и численности работающих) на себестоимость (рисунок 3). Уравнение связи имеет следующий вид:

$$\hat{Y} = -6399,69 - 0,0048x_1 - 0,661x_2, \quad (1)$$

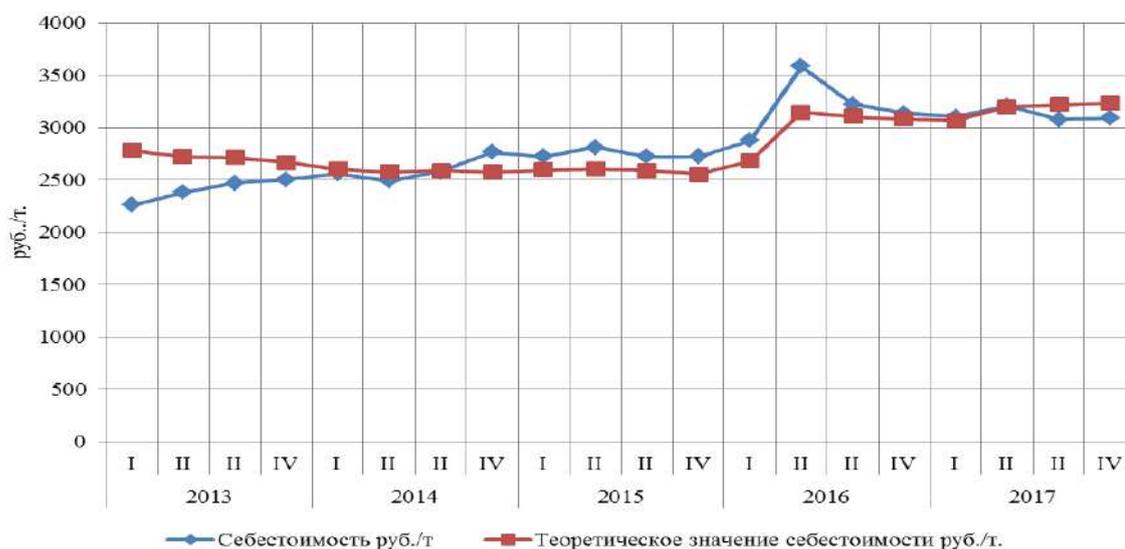


Рисунок 3 – Динамика значения себестоимости в зависимости от объемов добычи угля и среднесписочной численности

Как видно из рис.3 теоретическое значение себестоимости довольно близко проходит с фактическим. Сделав дополнительные расчеты значений себестоимости на основе ранее полученного уравнения, с учетом того, что один из факторов останется неизменным, в то время как второй будет принимать различные значения, построим график поверхности рис.4.

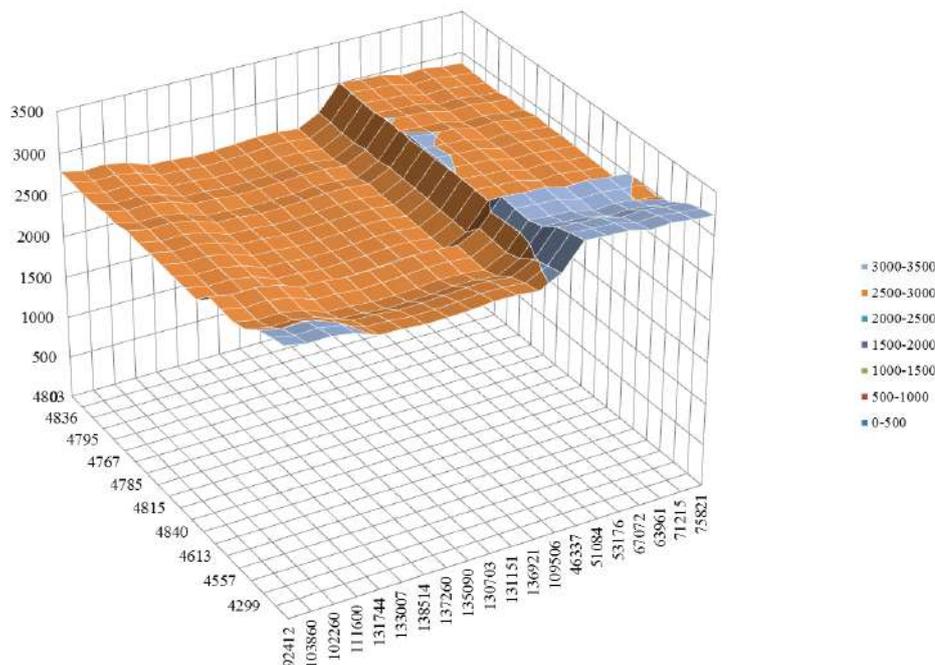


Рисунок 4 – Динамика значений себестоимости в 2013–2017 гг. с учетом вариации двух из факторов

Исследования показали, что на себестоимость оказывают влияние оба фактора, поэтому при планировании организационных решений необходимо четко проследить связь между ними. Согласно природе исследуемых факторов, выбираются методы воздействия, а затем уточняются объемы необходимых ресурсов, с помощью которых планируется осуществлять управленческое воздействие на прогнозируемый результирующий показатель. Принятие решений по управлению затратами на угольных шахтах предполагает применение различных инструментов и методов воздействия, которые направлены на достижение цели организационно-экономического управления затратами. На основе сформированных потребностей в факторах производства и полученной аналитической информации, осуществляются процедуры, которые направлены на достижение заданного уровня расходов.

Для разработки планов роста объемов угледобычи, мер по уменьшению расходов на осуществление угледобывающей деятельности, а также предложений по повышению эффективности управления себестоимостью угольной продукции, поиска рационального соотношения факторов производства, авторами данной статьи предложено прогнозирование динамики себестоимости добычи угля. Прогнозные значения себестоимости, с учетом варьирования предложенных факторов представлены на рисунке 5.

#### **Заключение.**

Таким образом, в исследовании предложено спрогнозировать себестоимость угледобычи в зависимости от двух факторов – объемов угледобычи и среднесписочной численности работающих. Это даст возможность осуществлять контроль со стороны руководства предприятия по сохранению и эффективному использованию ресурсов предприятий угледобычи, ускорению экономического роста, повышению качества производственных мощностей и увеличению конкурентоспособности, обеспечению устойчивого функционирования шахтерских городов.

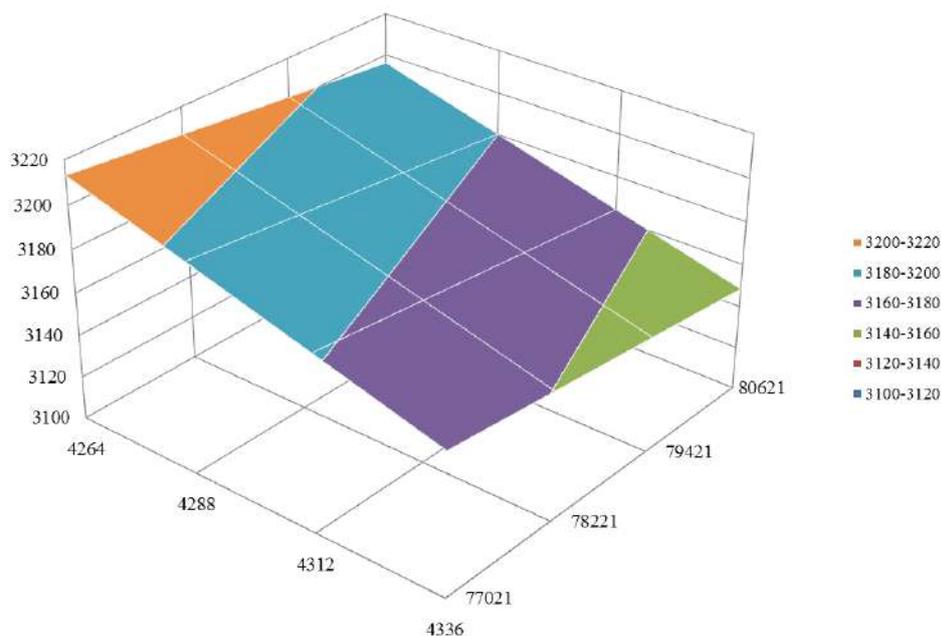


Рисунок 5 – Прогнозные значения себестоимости в 2018 гг. с учетом вариации двух факторов

### Литература

1. Черноус О. И. Теоретические основы устойчивого развития предприятия: понятие, подходы, принципы [Текст] // Современные тенденции развития и перспективы внедрения инновационных технологий в машиностроении, образовании и экономике: материалы региональной научно-практической конференции молодых ученых с международным участием, посвященной 15-летию института (Азов, 24 октября 2016 г.). – Азов: ООО «АзовПечать», 2016. – С. 187–193
2. Черноус О.И., Везелев И.И. Планирование затрат предприятия на основе корреляционно-регрессионного анализа [Текст] // Модернизация современной экономики: налогообложение и управление. Сборник материалов научно-практической конференции с международным участием (Ростов н/Д, 26 апреля 2016 г.). – Ростов н/Д: ЮРИУ РАНХиГС, 2016. – С. 69–78
3. Бакунов О.О. Концептуальні основи управління економічною стійкістю торговельного підприємства [Текст]: монографія / О. О. Бакунов, О. В. Сергєєва. – Донецьк: ДонНУ-ЕТ, 2010. – 230 с.
4. Евдокимов Ф.И. Методика прогнозирования себестоимости добычи угля на шахтах Украины и оценка их конкурентоспособности / Ф.И. Евдокимов, В.А. Кучер // Економіка промисловості. – 2001. – №1(11). – С. 17-28.
5. Barbier, E. B. Natural capital and the economics of environment and development [Text] / E. B. Barbier, A. M. Jansson, M. Hammer, R. A. Costanza // Investing in Natural Capital: The Ecological Economics Approach to Sustainability. – New York: Island Press, 1994.

УДК 336.27+338.314+332.8

## УПРАВЛЕНИЕ ДЕБИТОРСКОЙ ЗАДОЛЖЕННОСТЬЮ ПОСТАВЩИКАМИ УСЛУГ НА РЫНКЕ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

**Полуянов Владимир Петрович**

Технологический институт (филиал) ДГТУ в г. Азове,  
г. Азов, Россия

### *Аннотация*

*На основе анализа показателей функционирования предприятий водоснабжения Ростовской области выдвинута и подтверждена на достаточно высоком уровне гипотеза о том, что изменение оборотных активов предприятий на 93% объясняется изменением дебиторской задолженности. Предложен подход и разработаны нормативы управления дебиторской задолженностью предприятий централизованного водоснабжения.*

**Ключевые слова:** *предприятия водоснабжения, оборотные активы, дебиторская задолженность, нормативы.*

## MANAGEMENT OF THE DEBTORARY DEBT BY THE SUPPLIERS OF SERVICES ON THE MARKET OF THE CENTRALIZED WATER SUPPLY OF THE ROSTOV REGION

**Poluyanov Vladimir Petrovich**

Technological Institute (branch) of DSTU in Azov  
Azov, Russia

### *Abstract*

*Based on the analysis of the performance indicators of the water supply enterprises of the Rostov region, the hypothesis that 93% of current assets of enterprises is explained by a change in receivables is confirmed and confirmed at a fairly high level. An approach is proposed and standards of receivables management of centralized water supply enterprises are developed.*

**Keywords:** *water supply enterprises, current assets, accounts receivable, standards..*

**Постановка проблемы.** Реформы, проводимые с 1992 года в Российской Федерации, в отношении жилищно-коммунального хозяйства привели к существенной децентрализации в отрасли. Так, к примеру, предприятия централизованного водоснабжения Ростовской области, входившие в систему областного водоканала, с точки зрения административной подчиненности приобрели известную автономию и различные организационно-правовые формы, обслуживая принадлежащую в основном органам местного самоуправления собственность в виде водозаборов, магистральных и распределительных сетей, насосных станций, очистных сооружений и другого оборудования. Такая децентрализация требует существенного изменения системы управления финансами предприятия. В частности, требует серьезных изменений система нормирования. У предприятий отсутствуют как сами актуальные нормативы финансовых коэффициентов, так и доступные для практического использования общепринятые методики их установления.

**Анализ предыдущих исследований и публикаций.** Авторами результаты исследования проблем рыночного реформирования водопроводно-канализационного хозяйства изложены в работах [1; 9; 10]. Общее состояние предприятий отрасли в результате проведенных преобразований по различным направлениям рассмотрено в работах [2; 4; 5; 6; 7]. Особенности управления оборотными активами поставщиков услуг водоснабжения отражены в работе [3], а влияние дебиторской задолженности на результаты функционирования предприятий жилищно-коммунального хозяйства изложены в работе [8]. Тем не менее, указанную проблему нормирования показателей управления дебиторской задолженностью в отношении предприятий водоснабжения Ростовской области нельзя считать решенной.

**Цель статьи** – на основе анализа дебиторской задолженности поставщиков услуг на рынке централизованного водоснабжения Ростовской области обосновать направления совершенствования управления указанными активами водоснабжающими предприятиями.

**Основные результаты исследования.** В качестве информационной базы для проведения настоящего анализа использовались данные, находящиеся в свободном доступе на сайте «TEST FIRM» (<https://www.testfirm.ru>). Из данной базы были отобраны предприятия, которые осуществляли функционирование по виду деятельности 36.00.2 «распределение воды для питьевых и промышленных нужд» на территории Ростовской области. Таких предприятий по данным сайта оказалось 52. Часть предприятий была ранее ликвидирована или находилась на стадии ликвидации и были представлены ликвидационными комиссиями. Такие предприятия были исключены из обработки. В окончательную выборку, подвергшуюся анализу, были включены 22 предприятия, которые функционировали весь изучаемый период (с 2012 по 2017 гг.), а соответственно, их отчетность была представлена в базе данных сайта, и имели численность работников не менее 35 человек. Сформированная таким образом выборка представлена в табл.1

Таблица 1. Выборка предприятий Ростовской области по виду основной деятельности: 36.00.2 "Распределение воды для питьевых и промышленных нужд"

Номер п/п	Наименование предприятия	ИНН	Выручка, млн. руб.	Активы, млн. руб.	Численность персонала
1	2	3	4	5	6
1	АО "Водоканал Ростова-на-Дону" (открыто конкурсное производство)	6167081833	5382,0	8897,0	2273
2	МУП муниципального образования "город Волгодонск" "Водоканал"	6143049157	545,0	1025,0	850
3	АО "Водоканал"	6153023510	88,3	27,5	224
4	МУП "Водоканал"	6132010260	75,0	95,5	100
5	ООО "межмуниципальное предприятие "Водоканал"	6122009682	65,9	5,8	78
6	МУП "Коммунальщик"	6138006126	61,3	49,2	92
7	ОАО "Водоканал" Матвеево-Курганского района	6119009185	58,2	51,2	84
8	МУП "Песчанокопского сельского поселения"	6127010900	55,4	11,6	67
9	МУП "Водник" Константиновского городского поселения	6116008240	51,4	55,8	90
10	ОАО "Водоканал" (открыто конкурсное производство)	6137007180	44,6	7,2	141
11	Верхнедонское муниципальное предприятие производственного управления жилищно-коммунального хозяйства Верхнедонского района	6105002888	41,2	39,5	66

продолжение таблицы 1.

1	2	3	4	5	6
12	МУП "Водо-коммунальное хозяйство" Ростовской области Целинского района	6136000070	40,7	23,8	106
13	МУП "Водник" Боковского района	6104003871	38,1	56,3	63
14	Веселовское МУП Жилищно-коммунального хозяйства	6106000636	36,3	50,9	81
15	МУП "Коммунальщик" Глубокинского городского поселения	6114007459	32,8	22,1	181
16	Унитарное муниципальное предприятие "Приморский водопровод"	6101000150	32,6	9,1	89
17	МУП Заветинское предприятие жилищно-коммунального хозяйства	6110002379	30,7	78,4	63
18	МУП жилищно-коммунального хозяйства "Станица"	6134011774	28,6	18,2	57
19	АО "Водно-канализационное хозяйство"	6126102058	24,6	3,8	61
20	МУП жилищно-коммунального хозяйства "Тарасовское"	6133000280	23,0	4,1	78
21	МУП Мечетинского сельского поселения "Мечетинское производственное предприятие жилищно-коммунального хозяйства"	6111007524	10,1	6,0	35
22	МП "Коммунальщик" Кашарского сельского поселения	6115902817	3,8	0,4	44

Следует отметить, что в основной своей массе в представленной выборке по размеру активов, полученной выручке и численности работников предприятия, за небольшим исключением, достаточно однородны. Для данной выборки размер выручки у большинства предприятий находится в диапазоне от 23,0 до 88,3 млн. руб., активы составляют до 100 млн. руб., численность персонала не превышает 100 работников. Чтобы получить достоверные результаты анализа, ограничим выборку однородными по показателям выручки, размера активов и численности работников предприятиями. Для этого из указанных в табл. 1 предприятий исключим 1-4, 15-16, 18-22.

Оборотные активы 11 предприятий, отобранные по указанным выше критериям, приведены в табл. 2.

Таблица 2. Оборотные активы по годам, тыс. руб

	2013	2014	2015	2016	2017	Коэффициент роста (2017/2013)
5	10935,0	8607,0	8315,0	8398,0	5671,0	0,5
6	1115,0	3332,0	2309,0	6241,0	5090,0	4,6
7	24983,0	17818,0	15218,0	15786,0	14241,0	0,6
8	6345,0	7975,0	9476,0	7872,0	10995,0	1,7
9	5962,0	8274,0	8064,0	11573,0	13080,0	2,2
10	11596,0	12742,0	14256,0	11881,0	7282,0	0,6
11	2513,0	3818,0	3563,0	5262,0	3301,0	1,3
12	9715,0	9505,0	7789,0	4609,0	4857,0	0,5
13	11620,0	11554,0	12709,0	15855,0	18413,0	1,6
14	5708,0	5205,0	5222,0	6270,0	3694,0	0,6
17	4124,0	7252,0	4562,0	4651,0	6777,0	1,6

В целом из табл.2 следует, что у 5 из 11 предприятий за исследуемый период коэффициента роста оборотных активов меньше единицы, а у 6 – больше единицы. Иными словами, у предприятий 5; 7; 10; 12 и 14, представленных в табл. 2, наблюдается уменьшение оборотных активов в 2017 году по сравнению с 2013 годом, а у предприятий 6; 8; 9; 11; 13 и 17 –

увеличение. Оценить на данном этапе данное обстоятельство положительно или отрицательно не представляется возможным – необходим дополнительный анализ, который должен показать, за счет каких факторов произошло то или иное изменение. Для предприятий данного вида деятельности можно предположить, что изменение оборотных активов может быть обусловлено изменением дебиторской задолженности и изменением величины запасов. Вторым фактор обычно связывают с ростом объема производства (предоставленных услуг) или же с существенным изменением стоимости запасов на их производство.

В табл. 3 по той же выборке предприятий представлен размер дебиторской задолженности по годам исследуемого периода.

Таблица 3. - Дебиторская задолженность по годам, тыс. руб

	2013	2014	2015	2016	2017	Коэффициент роста (2017/2013)
5	5612,0	7356,0	6892,0	6687,0	5136,0	0,92
6	731,0	2879,0	1962,0	3047,0	4105,0	5,62
7	13250,0	6193,0	3934,0	6179,0	7650,0	0,58
8	2238,0	2912,0	2434,0	2509,0	3628,0	1,62
9	2327,0	3829,0	2704,0	3089,0	3611,0	1,55
10	9625,0	11024,0	11721,0	9375,0	5764,0	0,60
11	391,0	538,0	535,0	588,0	243,0	0,62
12	7992,0	5059,0	6207,0	3135,0	3263,0	0,41
13	618,0	1157,0	647,0	807,0	1806,0	2,92
14	5310,0	4942,0	4901,0	5700,0	3080,0	0,58
17	1236,0	1257,0	1837,0	1672,0	2190,0	1,77

Как следует из данных, приведенных в табл. 3, по предприятиям 5; 7; 10; 11; 12 и 14 коэффициент роста меньше 1, что свидетельствует об уменьшении остатка дебиторской задолженности в 2017 году по сравнению с 2013 годом. По предприятиям 6; 8; 9; 13 и 17 коэффициент роста больше единицы (дебиторская задолженность 2017 года превышает задолженность 2013 года). Данное обстоятельство позволяет выдвинуть гипотезу о том, что по указанной выборке предприятий изменение размера оборотных активов обусловлено в существенной мере изменением дебиторской задолженности.

Для проверки данной гипотезы рассчитаем коэффициент линейно парной корреляции между коэффициентами роста оборотных активов (табл. 2) и коэффициентом роста дебиторской задолженности (табл. 3). Для этого используем упрощенную формулу Пирсона (1).

$$r_{\bar{y}_x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i - \frac{\sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{n}}{\sqrt{\left( \sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{\left( \sum_{i=1}^n x_i \right)^2}{n} \right) \left( \sum_{i=1}^n y_i^2 - \frac{\left( \sum_{i=1}^n y_i \right)^2}{n} \right)}} \quad (1)$$

Расчет приведен в табл. 4.

Таблица 4. Расчет коэффициент линейной парной корреляции между коэффициентом роста активов и коэффициентом роста дебиторской задолженности

№ п/п	Коэффициент роста оборотных активов (x)	Коэффициент роста дебиторской задолженности (y)	xy	x <sup>2</sup>	y <sup>2</sup>
1	0,52	0,92	0,47	0,27	0,84
2	4,57	5,62	25,64	20,84	31,53
3	0,57	0,58	0,33	0,32	0,33
4	1,73	1,62	2,81	3,00	2,63
5	2,19	1,55	3,40	4,81	2,41
6	0,63	0,60	0,38	0,39	0,36
7	1,31	0,62	0,82	1,73	0,39
8	0,50	0,41	0,20	0,25	0,17
9	1,58	2,92	4,63	2,51	8,54
10	0,65	0,58	0,38	0,42	0,34
11	1,64	1,77	2,91	2,70	3,14
12	0,99	0,82	0,81	0,97	0,67
Итого	16,88	18,00	42,78	38,22	51,34

Подставим результаты вычислений (табл. 4) в формулу (1), получаем:

$$r_{\bar{y}_x} = \frac{42,78 - \frac{16,88 \cdot 18,00}{11}}{\sqrt{\left(38,22 - \frac{(16,88)^2}{11}\right) \cdot \left(51,34 - \frac{(18,0)^2}{11}\right)}} = 0,93$$

Значимость полученного результата проверим с помощью статистики t.

Значимость коэффициента корреляции можно проверить при помощи статистики t, которая имеет следующую формулу:

$$t = \frac{r_{\bar{y}_x}}{\sigma_{r_{\bar{y}_x}}} > 3 \text{ раз,} \quad (2)$$

где:  $r_{\bar{y}_x}$  – проверяемый линейный парный коэффициент корреляции;

$\sigma_{r_{\bar{y}_x}}$  – стандартная ошибка коэффициента корреляции, которая вычисляется по формуле (3)

$$\sigma_{r_{\bar{y}_x}} = \sqrt{\frac{1 - r_{\bar{y}_x}^2}{n - 2}} = \sqrt{\frac{1 - 0,93^2}{11 - 2}} = 0,089 \quad (3)$$

Следовательно, статистика  $t=0,93/0,089=10,46>3$ , что говорит о статистической значимости полученного коэффициента линейной парной корреляции. Это позволяет сделать вывод о том, что изменения размера оборотных активов у исследуемой выборки предприятий на 93% определяются изменением дебиторской задолженности.

В целях совершенствования правлении дебиторской задолженностью предлагается провести установления таких нормативов управления дебиторской задолженностью, на ко-

торые должны ориентировать отстающие предприятия отрасли. Указанный норматив устанавливается на уровне среднего по выборке предприятий. Если конкретное предприятие уже достигло или улучшило показатели относительно среднего уровня, для него должен быть установлен норматив по достигнутому значению.

Так, расчет коэффициента отвлечения оборотных активов в дебиторскую задолженность по указанной выборке предприятий приведен в таблице 5.

Таблица 5. Коэффициент отвлечения оборотных активов в дебиторскую задолженность

	2013	2014	2015	2016	2017
5	0,513	0,855	0,829	0,796	0,906
6	0,656	0,864	0,850	0,488	0,806
7	0,530	0,348	0,259	0,391	0,537
8	0,353	0,365	0,257	0,319	0,330
9	0,390	0,463	0,335	0,267	0,276
10	0,830	0,865	0,822	0,789	0,792
11	0,156	0,141	0,150	0,112	0,074
12	0,823	0,532	0,797	0,680	0,672
13	0,053	0,100	0,051	0,051	0,098
14	0,930	0,949	0,939	0,909	0,834
17	0,300	0,173	0,403	0,359	0,323

Среднее значение коэффициента отвлечения активов в дебиторскую задолженность по годам исследуемого периода составили: 2013 - 0,503; 2014 - 0,514; 2015 - 0,517; 2016 - 0,469; 2017 - 0,513. Среднее значение по всем годам – 0,503. Именно такой норматив следует установить для предприятий 5-7, 10, 12 и 14. Для остальных предприятий его значение следует принять на достигнутом уровне. Качество работы менеджмента предприятий следует определять с учетом соблюдения запланированных нормативов.

В таблице 6 приведены результаты расчета среднего периода инкассации дебиторской задолженности. Усредненные значения данного показателя по годам исследуемого периода составили: 2013 – 23 дня, 2014 – 36 дней, 2015 – 34 дня, 2016 – 31 день, 2017 – 28 дней. Усредненное значение показателя по всем предприятиям и по всем годам исследуемого периода составляет 30 дней. Именно такой норматив устанавливается для предприятий 5, 7, 10 и 14. Для предприятий 6, 8, 9, 11, 12, 13 и 17 он остается на уровне достигнутых значений.

В таблице 7 приведен аналогичный расчет по показателю количества оборотов дебиторской задолженности. Среднее значение по годам составило: 2013 – 39 оборотов; 2014 – 17 об.; 2015 – 18 об.; 2016 – 20 об.; 2017 – 22 об. Среднее по всем годам – 23 оборота. Нормативные значения по номерам предприятий: 5 – 231 об.; 6 – 23 об.; 7 – 23 об.; 8 – 23 об.; 9 – 23 об.; 10 – 23 об.; 11 – 99 об.; 12 – 23 об.; 13 – 29 об.; 14 – 23 об.; 17 – 23 об.

Таблица 6. Средний период инкассации дебиторской задолженности, дн.

	2013	2014	2015	2016	2017
5	18,2	39,6	38,0	36,0	32,2
6	4,0	17,3	21,6	19,2	21,0
7	44,2	43,8	20,7	19,0	42,7
8	18,1	37,7	35,4	27,9	19,9
9	12,5	31,2	32,3	22,4	23,4
10	53,6	75,2	84,9	81,4	61,0
11	3,0	6,1	5,5	5,6	3,6

12	59,1	52,9	45,6	40,2	28,3
13	4,2	11,2	10,4	7,6	12,3
14	27,1	58,5	54,2	56,4	43,5
17	12,7	21,7	23,2	23,5	22,6

Таблица 7. Количество оборотов дебиторской задолженности

	2013	2014	2015	2016	2017
5	19,8	9,1	9,5	10,0	11,2
6	89,0	20,8	16,7	18,7	17,2
7	8,1	8,2	17,4	18,9	8,4
8	19,8	9,6	10,2	12,9	18,1
9	28,7	11,5	11,1	16,1	15,4
10	6,7	4,8	4,2	4,4	5,9
11	118,7	59,5	64,9	64,1	99,3
12	6,1	6,8	7,9	9,0	12,7
13	86,7	32,2	34,5	47,5	29,2
14	13,3	6,2	6,6	6,4	8,3
17	28,4	16,6	15,5	15,4	15,9

**Выводы и предложения.** Финансовое планирование на предприятии должно опираться на систему обоснованных нормативов. В отношении управления оборотными активами предприятий водоснабжения менеджменту предприятий следует акцентировать внимание на управлении дебиторской задолженностью. Рассчитанные в работе нормативы в отношении данного актива имеют практическое применение, поскольку ориентированы на усредненные достижения предприятий отрасли. Кроме того, продемонстрированный в работе подход может быть использован и при расчете иных нормативов оборотных средств предприятий с учетом различных критериев.

#### Литература

1. Полуянов В.П. Проблемы рыночного реформирования водопроводно-канализационного хозяйства Украины // Актуальні проблеми економіки. - 2004. - № 3. - С. 31.
2. Полуянов В.П., Паламарчук Н.С. Динамика показателей функционирования предприятий ЖКХ России за 2005-2015 гг. // Приоритетные научные направления: от теории к практике. 2016. № 32-2. С. 134-138.
3. Полуянов В.П., Паламарчук Н.С. Интегральная оценка политики управления оборотными средствами предприятия ЖКХ // Экономика региона. 2017. Т. 13. № 2. С. 489-499.
4. Полуянов В.П., Полуянова Е.И. Инновационные возможности предприятий водоснабжения Ростовской области // Современная мировая экономика: вызовы и реальность. Материалы I-й Республиканской научно-практической конференции. отв. ред. Я.В. Хоменко. г. Донецк, 2018. С. 163-168.
5. Полуянов В.П., Полуянова Е.И. Механизм ограничения роста тарифов как инструмент формирования рынка жилищно-коммунальных услуг / Актуальные социально-экономические аспекты управления: государство, регион, предприятие: монография / [Л. П. Вовк, Е. П. Мельникова, О. И. Черноус и др.]; под ред. Е. П. Мельниковой. – СПб: Свое издательство, 2017. – С. 31-46.
6. Полуянов В.П., Полуянова Е.И. Особенности влияния налогообложения коммунальных предприятий на формирование тарифов. - Муниципальная экономика. - 2016. - № 4 (68). -С. 70-74.

7. Полуянов В.П., Полуянова Е.И. Оценка финансового состояния крупнейших поставщиков услуг водоснабжения // Управление в условиях глобальных мировых трансформаций: экономика, политика, право: Сборник научных трудов. - 2017. - С. 142-145.

8. Полуянов В.П., Полякова Н.С. Влияние дебиторской задолженности на результаты функционирования предприятий жилищно-коммунального хозяйства Украины // Государственное и муниципальное управление. Ученые записки СКАГС. 2013. № 4. С. 36-42.

9. Полуянова Е.И. Предприятия водоснабжения как потенциальный рынок инвестиционных вложений // Водоочистка. 2016. № 5. С. 9-14.

10. Полуянова Е.И. Транснациональные компании как носитель прямых иностранных инвестиций в ЖКХ // Государственное и муниципальное управление. Ученые записки СКАГС. 2013. № 2. С. 68-75.

УДК 62

## VOLTERRA AND WIENER SERIES APPROACH IN IDENTIFICATION OF BLACK BOX

**\*Taran Vladimir Nikolaevich, \*\* Shandybin Aleksey Victorovich  
\*\*\*Sukhomlinov Aleksandr Nikolaevich**

\*Azov technical institute (Don state technical university), Azov, Russia

\*\*Rostov state transport university, Rostov-on-Don, Russia

\*\*\*Dalian maritime university, Dalian, China

### **Abstract**

*This paper presents an identification of quadratic part of unknown black box system with use of Volterra and Wiener series approach for Gaussian input data. The proposed method allows use Gaussian white noise to identify system without disrupting normal system operation. Analytical results are compared to simulation model and are shown to agree well.*

**Keywords: system identification, nonlinearity, Volterra and Wiener series, black box.**

### **I Introduction**

The Volterra-Wiener series proved to be a good method for identifying nonlinear systems, in [1] its proven convergence for both stochastic systems and deterministic ones, described by the differential equation. The main drawback of Voltaire-Wiener series method is that it is applicable to weakly nonlinear systems [2], [3]. Authors of [4] solved this problem by method where the functional atlas of the initial system of nonlinear differential equations is divided into local maps using the multidimensional expansion of the Taylor series. In [5] a software complex SIGNAP was its developed to determine nonlinear transfer functions for large electrical systems with multiple input. The Voltaire-Wiener series use to study operational amplifiers [6]. In [7] authors use truncated series of Volterra for placing optimal bounds on the overall conductivity of random heterogeneous media. Also in [8] authors use Volterra series for achieve an empirical model for field-effect transistors. This paper solves the inverse problem in [1] - according to the available statistics, the Volterra-Wiener series kernels are sought, and then, using the kernels found, a system of differential equations describing the structure of the black box is recorded and continue work [9] there was not achieved a computer modeling.

In section II describes a black box with two inputs and its description with Voltera-Weiner series. Section III is algorithm of obtaining n-orders kernels of Volterra-Weiner series using discrete correlation method. In Section IV describes analytical solution.

## II Black box model

Let there be a system A with a kernels  $h_{i,j}(t)$   $i=0, 1, 2, j = 0, 1, 2$ , to which the signals  $x_1(t), x_2(t)$  are applied, the passage of which through A gives the output function  $y(t)$ . In Figure 1 is shown a graphic representation of this structure A.

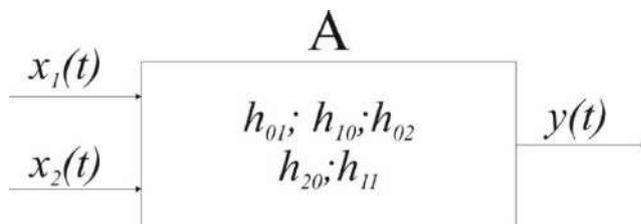


Figure 1 – two inputs system A.

In this case, A is a “black box”, the structure to be identified.

In the general case, the representation of the output of such a system takes the form of a Volterra-Wiener series [1], [5]:

$$\begin{aligned}
 y(t) = & \int_{-\infty}^{\infty} h_{01}(\tau)x_1(t - \tau)d\tau + \int_{-\infty}^{\infty} h_{10}(\tau)x_2(t - \tau)d\tau + \\
 & + \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} h_{02}(\tau_1, \tau_2)x_1(t - \tau_1)x_1(t - \tau_2)d\tau_1d\tau_2 + \\
 & + \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} h_{20}(\tau_1, \tau_2)x_2(t - \tau_1)x_2(t - \tau_2)d\tau_1d\tau_2 + \\
 & + \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} h_{11}(\tau_1, \tau_2)x_1(t - \tau_1)x_2(t - \tau_2)d\tau_1d\tau_2.
 \end{aligned} \quad (1)$$

The first two terms characterize the linear part of the system, the following quadrature terms. We assume that to determine the structure of the "black box" the characteristics of the input random process and output can be measured with sufficient accuracy. By structure we mean the value of the weight functions  $h_{01}, h_{10}$ , etc. The task is to determine the kernels. Moreover, in the constraints imposed on the system, we assume that  $h(t)$  is deterministic. In this article will be consider quadrature  $h(t_1, t_2)$  of one input system

$$y(t) = \int_{-\infty}^{\infty} h_{01}(\tau)x_1(t - \tau)d\tau + \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} h(\tau_1, \tau_2)x_1(t - \tau_1)x_1(t - \tau_2)d\tau_1d\tau_2. \quad (2)$$

## III Analytical solution

To obtain analytical form of second-term kernel in (2) we put the case that hidden structure of A in the figure 1 is an LRC-circuit in figure 2

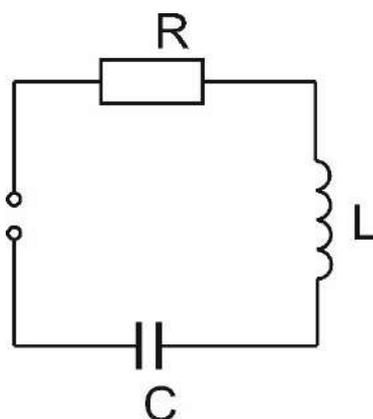


Figure 2 – RLC-circuit

which describes the differential equation:

$$\begin{cases} \frac{dx(t)}{t} = x_1(t) \\ \frac{dx_1(t)}{dt} = -2\alpha x_1(t) - \omega_0^2 x(t) + \omega_0^2 N(t) \end{cases} \quad (3)$$

where  $N(t) - \delta$ -pulse,

$\alpha = \frac{R}{L}$  – attenuation coefficient,  
 $R$  – circuit resistance,  
 $L$  – inductive resistance,  
 $\omega$  – frequency.

There are many ways to obtain kernels  $h(t)$ ,  $h(t_1, t_2)$  from (2). In this article we use well-known Harmonic Input Method [2], [4]. In order to find  $n$ th order kernel we assume that input signal (excitation) is

$$s(t) = \exp(j\omega_1 t) + \exp(j\omega_2 t) + \dots + \exp(j\omega_n t). \quad (4)$$

In our case  $n = 2$ , the  $s(t)$  used to find the second order transfer function is the sum of two positive frequency phasors of unit magnitude. The second order response component at  $\omega_1 + \omega_2$  has form [9]

$$w(t) = 2H(\omega_1, \omega_2) \exp(j(\omega_1 + \omega_2)t). \quad (5)$$

Above expression is substituted into circuit equation (6) that obtained from (3)

$$V(t) = R \frac{dq(t)}{dt} + S_1 q + S_2 q^2 + L \frac{d^2 q(t)}{dt^2} \quad (6)$$

where  $\frac{d}{dt}$  – differentiation operator,

$S_1, S_2$  – parameters that characterizing nonlinearity of capacitor,

$q$  – electric charge.

We use  $s(t) = \exp(j\omega_1 t)$  to find  $H(\omega_1)$  and use  $s(t) = \exp(j\omega_1 t) + \exp(j\omega_2 t)$  to find  $H(\omega_1, \omega_2)$  as a function of  $H(\omega_1)$  and  $H(\omega_2)$ . For details check [2], [4].

Since obtaining transfer functions in this method is trivial, but cumbersome we only give the results of transformations

$$H_1(\omega_1) = \frac{j\omega_1}{L(j\omega_1)^2 + Rj\omega_1 + S_1} \quad (7)$$

is a linear response and

$$H_2(\omega_1, \omega_2) = -\frac{S_2 H_1(j\omega_1) H_1(j\omega_2) L(j\omega_1 + j\omega_2)}{Lj\omega_1 j\omega_2 (L(j\omega_1 + j\omega_2)^2 + R(j\omega_1 + j\omega_2) + S_1)} \quad (8)$$

is nonlinear response. Since  $H_2(\omega_1, \omega_2)$  is the frequency function we use inverse Furrier transform to get  $h(t_1, t_2)$  from (8)

$$h(t_1, t_2) = F^{-1}\{H_2(\omega_1, \omega_2) | \omega_1, \omega_2\} \quad (9)$$

where  $F^{-1}\{\cdot\}$  – inverse Furrier transform operator.

#### IV Algorithm for identifying the second-order kernel

For identification, we need to find minimum of the residual functional between the model and the real reaction to the same impact. Consider the second-order output from (2)

$$d_s(t) = \iint_{-\infty}^t h(\tau_1, \tau_2) x(t - \tau_1) x(t - \tau_2) d\tau_1 d\tau_2. \quad (10)$$

Signals  $x(t)$  and  $d(t)$  are random function, so we define  $F[h(\tau_1, \tau_2)]$  as a functional that is the square of the mathematical expectation of the difference between the output function and the quadratic term of the Volterra-Wiener series:

$$F[h(\tau_1, \tau_2)] = E[d_s(t) - \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} h(\tau_1, \tau_2) x(t - \tau_1) x(t - \tau_2) d\tau_1 d\tau_2]^2 \quad (11)$$

Expanding the square and performing the transformation, the functional will take the form:

$$F[h(\tau_1, \tau_2)] = E[d_s^2(t) - 2d_s(t) \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} h(\tau_1, \tau_2) x(t - \tau_1) x(t - \tau_2) d\tau_1 d\tau_2 + \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} h(\tau_3, \tau_4) h(\tau_5, \tau_6) x(t - \tau_3) x(t - \tau_4) x(t - \tau_5) x(t - \tau_6) d\tau_3 d\tau_4 d\tau_5 d\tau_6], \quad (12)$$

thus we have three term

$$\left\{ \begin{array}{l} \Theta_1 = E[d_s^2(t)] = var(d_s(t)) \\ \Theta_2 = -2 \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} h(\tau_1, \tau_2) E[d_s(t)x(t-\tau_1)x(t-\tau_2)] d\tau_1 d\tau_2 = \\ = -2 \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} h(\tau_1, \tau_2) K(t, t-\tau_1, t-\tau_2) d\tau_1 d\tau_2 \\ \Theta_3 = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} h(\tau_3, \tau_4) h(\tau_5, \tau_6) \cdot = \\ = E[x(t-\tau_3)x(t-\tau_4)x(t-\tau_5)x(t-\tau_6)] d\tau_3 d\tau_4 d\tau_5 d\tau_6 = \\ = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} h(\tau_3, \tau_4) h(\tau_5, \tau_6) K(t-\tau_3, t-\tau_4, t-\tau_5, t-\tau_6) d\tau_3 d\tau_4 d\tau_5 d\tau_6 \end{array} \right. \quad (13)$$

where  $var(\cdot)$  – variance of stochastic process,

$K(\cdot)$  – correlation function.

Finally functional takes form

$$\Phi[h] = \sum_{i=1}^n \Theta_i, n = 3. \quad (14)$$

To determine  $h(\tau_1, \tau_2)$ , it is necessary to differentiate the above functional and align the derivative to zero [9]. The functional derivative defines as follows [10]

$$\lim_{\substack{\Delta T \rightarrow 0 \\ \Delta t \rightarrow 0 \\ \max_{\tau_1, \tau_2} \delta h(\tau_1, \tau_2) \rightarrow 0}} \frac{\Phi[h+\delta h] - \Phi[h]}{\int_T^{T+\Delta T} \int_t^{t+\Delta t} \delta h(\tau_1, \tau_2) d\tau_1 d\tau_2} = \frac{\delta \Phi[h]}{\delta h}. \quad (15)$$

Find the functional derivative directly for (14)

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\delta \Theta_1}{\delta h} = 0 \\ \frac{\delta \Theta_2}{\delta h} = -2K(t, t-\tau_1, t-\tau_2) \\ \frac{\delta \Theta_3}{\delta h} = 2 \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} h(\tau_3, \tau_4) K(t-\tau_3, t-\tau_4, t-\tau_5, t-\tau_6) d\tau_3 d\tau_4 \end{array} \right. . \quad (16)$$

For second order kernel, it has obtained the next equation

$$\int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} h(\tau_3, \tau_4) K(t-\tau_3, t-\tau_4, t-\tau_5, t-\tau_6) d\tau_3 d\tau_4 = K(t, t-\tau_1, t-\tau_2). \quad (17)$$

Applying the Kotelnikov theorem and omitting the intermediate transformations, we obtain a discrete form of (17)

$$\sum_{n=0}^t \sum_{p=0}^t D_{t,n,p,q,r} \cdot r_{n,p} = E_{t,l,m}, \quad (18)$$

where  $r_{n,p}$  – discrete analog of  $h$ ,

$D_{t,n,p,q,r}, E_{t,l,m}$  – discrete analog of correlation functions.

We can see that equation (18) is overdetermined. For regularization of this system we apply the method of minimal deviation of the solution from the averaged right side [9].

## V Modeling

### A) Theoretical

In section III we have obtained equation (9) that describes the analytical form of second-term kernel of system in figure 2. To get surface of  $h(t_1, t_2)$  define the following assumptions:  $R = 1, L = 0.01, S_1 = S_2 = 1, \omega_1 = \omega^T_2 = \left[0, \frac{1}{T}, \dots, \frac{1}{\Delta t}\right]$ , where  $\omega^T$  – transpose vector,  $T = 6\pi, \Delta t = \frac{1}{2f}$ ,

$f = 2\pi$ . All modeling is carried out in the MATLAB, we use inner function IFFT() to get inverse fast-Furrier transform of (8) and assume all data is real valued. The surface of (9) is illustrated in figure 3.

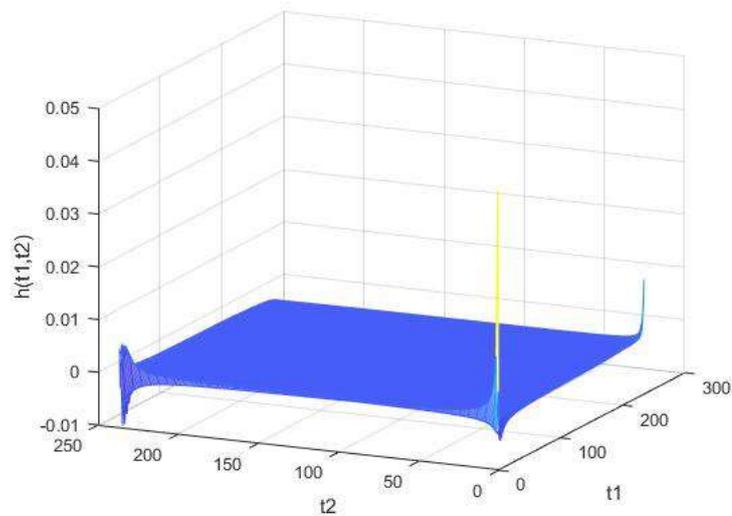


Figure 3 – analytical surface of second-order kernel of system A.

*B) The realization of method from section IV*

In the first step we need to generate experimental data. As input we use white Gaussian noise with zero mean and unit variance. Every input signal consist of 250 samples and total number of experiments is 1000. Output signal is a solution of system (3) there white noise instead of  $\delta$ -pulse. Thus we can determinate correlation functions from (18). Rewrite equation (18) in the following form:

$$\begin{aligned} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n &= b_1; \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n &= b_2; \\ &\dots \\ a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \dots + a_{nn}x_n &= b_n, \end{aligned} \quad (19)$$

where  $n = N^2$ ,  $N$  – number of input/output signal samples,

$x_1 \dots x_n$  – second-order kernel, analog of  $r$  in (18),

$a_{11} \dots a_{nn}, b_1 \dots b_n$  – analogs of correlation functions  $D$  and  $E$  in (18) respectively.

After we obtain all correlation functions we can use methodology of soft calculation described in [9]. The result of modeling is illustrated in figure 4.

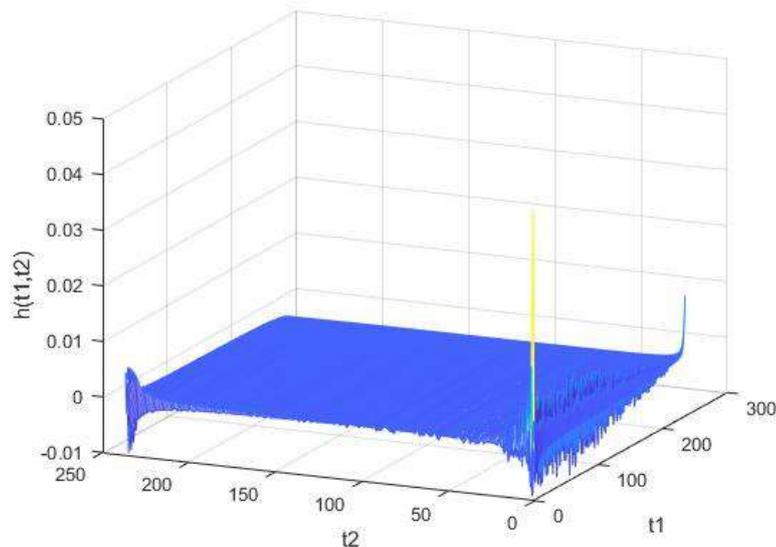


Figure 3 – experimental surface of second-order kernel of system A.

## VI Conclusion

Despite the fact that the resulting solution contain noise, it's clear that the experimental result is well agreed with the analytical obtained. Thus, we obtain the second order kernel with correlation method and testing input signals as white noise. That fact allows us to determine transfer functions of black box without disrupting normal system operation.

## References

1. Ku Y. H., Wolf A. A. Volterra-Wiener Functionals for the Analysis of nonlinear systems // Journal of the Franklin Institute. 1966. Vol. 281. №1. P. 9-26.
2. Maas S. Nonlinear microwave and RF circuit – London: Artech House. 2<sup>nd</sup> ed. 2003. P. 548
3. Maas S. Applying Volterra Series // Microwaves and RF. 1999. Vol. 38. № 5. P. 55-60.
4. Taran A. N., Taran V. N. Application of Volterra-Wiener spline series for the analysis of nonlinear electric circuits // Journal of Communications Technology and Electronics. 2014. Vol. 59. № 7. P. 758-766.
5. Bussgang J. J., Ehrman L., Graham J. W. Analysis of Nonlinear Systems with Multiple Inputs // Proceedings of IEEE. 1974. Vol. 62. №8. P. 1088-1119.
6. Borys A. An analysis of slew-induced distortion in Single-amplifier active filters using the Volterra-wiener series technique // Circuit theory and applications. 1982. Vol 10. P. 81-94.
7. Markov K. Z. Application of Volterra-Wiener series for bounding the overall conductivity of heterogeneous media // SIAM J. APPL. MATH. 1987. Vol. 47. № 4. P. 831-849.
8. Andersson M. A., Stake J. Application of Volterra-Wiener series for bounding the overall conductivity of heterogeneous media // IEEE Transactions on microwave theory and techniques. 2016. Vol. 64. № 5. P. 1431-1441.
9. Taran V., Shandybin A., Boyko E. Using the Concept of Soft Computing to Solve the Problem of Electromagnetic Compatibility Control // 2018. ИТИ'18. Advances in Intelligent Systems and Computing. Vol. 874. P. 390-400.
10. Дубровин, Б.А. Современная геометрия: Методы и приложения / Б.А. Дубровин, С.П. Новиков, А.Т. Фоменко // М.: Наука, 1979 – 760 с.

УДК 519.23

## STATISTICAL METHOD FOR SYSTEM IDENTIFICATION OF ELECTRONIC DEVICES

**Taran Vladimir Nikolaevich\*, Kislovskiy Evgeniy Yurievich\*,  
Gryzlov Vyacheslav Aleksandrovich\*\***

\*Don state technical University, Rostov-on-Don, Russia

\*\*Southern Federal University, Institute of Radioengineering Systems and Control,  
Taganrog, Russia

### **Abstract**

*The present paper deals with problem of system identification. It's discussed existing approaches for identification dynamical systems. Brief description of statistical method is provided. An example of identification electronic device with well-known mathematical model is used for confirmation of suggested method.*

**Keywords:** *identification, Volterra-Wiener series, weight function, imitating modeling.*

### Introduction

The accurate mathematical model of some technical system provides an engineer with some extensive information about its behavior. Analysis of such information allows to correct parameters of product to reach a required characteristics at the design stage. These actions are very useful for reducing costs of production and test of new technics. However there are cases, when effects that caused by features of construction, nonlinearity or variable parameters of components and which in turn define quality of system, can't be expected on mathematical model. In this situation it needs verification of pre-productions models and mathematical models.

Aforesaid problem can be solved by system identification. Identification is complex of methods allows building mathematical models of dynamical systems based on observed input and output data.

Nowadays a lot of special literature are devoted to this topic [1][2][3]. All existing methods can be divided into two groups: parametric and nonparametric methods. Parametric method is based on models with structure and finite number of parameters. It is necessary to note using parametric method for research complex dynamical systems relates with some problems. Such methods demand an individual consideration of each element of system that leads to wasting of time and resources. Besides, it doesn't give estimation of intercoupling elements.

Non-parametric methods based on models without specific structure and infinite number of parameters. It allows to research system according to principles of nondestructive control. Non-parametric methods have universal character, due to this we can use method for systems of the different nature, such as technical system [4], biological system [5] etc.

### Description of method

The suggested statistical method of building system function relates to group of non-parametric approaches. It based on Volterra-Wiener series, which contain linear and nonlinear parts:

$$y(t) = \int_0^{\infty} h_1(t-\tau)x(\tau)d\tau + \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} h_2(t-\tau_1, t-\tau_2)x(\tau_1)x(\tau_2)d\tau_1d\tau_2 + \dots \quad (1)$$

where  $x(t)$  - input of system (white Gaussian noise),

$y(t)$  - output of system (response),

$h_1(t), h_2(t)$  - required weight (system) functions,

$\tau$  - variable of integration.

Our consideration touches linear system:

$$y(t) = \int_0^{\infty} h(t-\tau)x(\tau)d\tau \quad (2)$$

Weight function  $h(t)$  is defined provided that the mean square error between the model (2) output and the true output is minimized. Therefore it can be defined by functional derivative that has form:

$$\frac{\delta \Phi[h(\tau)]}{\delta h(\tau)} = M[y(t) - \int_0^t h(t-\tau)x(\tau)d\tau]^2 = 0 \quad (3)$$

We receive matrix equation after mathematical transformations and taking into account discrete character of experimental data:

$$-b + cA = 0 \quad (4)$$

where  $b$  - vector of correlation function's values,

$A$  - matrix of autocorrelation function's values,

$c$  - vector of values of weight function's values.

### Experiment and confirmation

Example of identification of active filter, which has circuit presented on the figure 1, is considered for method's effectiveness confirmation.

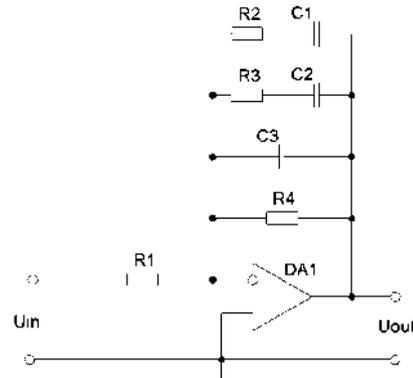


Figure 1 – Active filter circuit

Test signal  $U_{in}$  (white Gaussian noise) are submitted on an input of the system and measured the response on output  $U_{out}$  during the experiment. The measured data is needed for calculation values of autocorrelation and correlation functions, which form elements of matrix equation (4). Figure 2 illustrates obtained results.

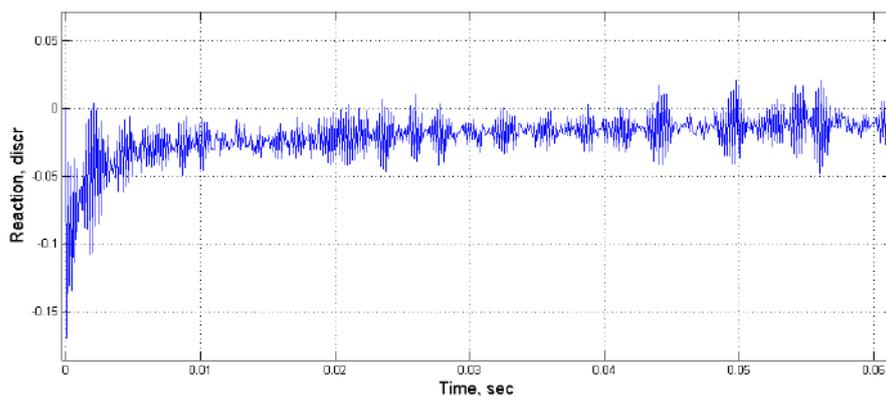


Figure 2 – Schedule of transients from experimental data

The response's oscillogram contains resonance 5 kHz. Similar problem at [4] has solved by regularization, and we will move this methodology beyond the scope of this paper.

The verification of obtained result is based on equation [6] connected transfer function and weight function:

$$W(p) = \int_0^{\infty} h(t) \exp(-pt) dt \quad (5)$$

Since parameters of passive components of the electronic device are well-known, transfer function can be defined from insights:

$$W(p) = -\frac{Y_{12}}{Y_{21}} = -\frac{\frac{1}{R1}}{\frac{1}{R2 + \frac{1}{pC1}} + \frac{1}{R3 + \frac{1}{pC2}} + pC3 + \frac{1}{R4}} \quad (6)$$

where  $Y_{12}$  - conductivity of input circuit,  
 $Y_{21}$  - conductivity of feedback loop circuit,  
 $p$  - Laplacian operator,

$R$  - resistance,

$C$  - capacity.

After mathematical transformations the transfer function gets the normalized form:

$$W(p) = -\frac{k(T_1 p^2 + T_2 p + 1)}{T_3 p^3 + T_4 p^2 + T_5 p + 1} \quad (7)$$

Figure 3 which contains weight functions have been unified for comparing and estimation. Some discrepancy of time constants of impulse responses (less than 5%) can be explained by components parameters spread.

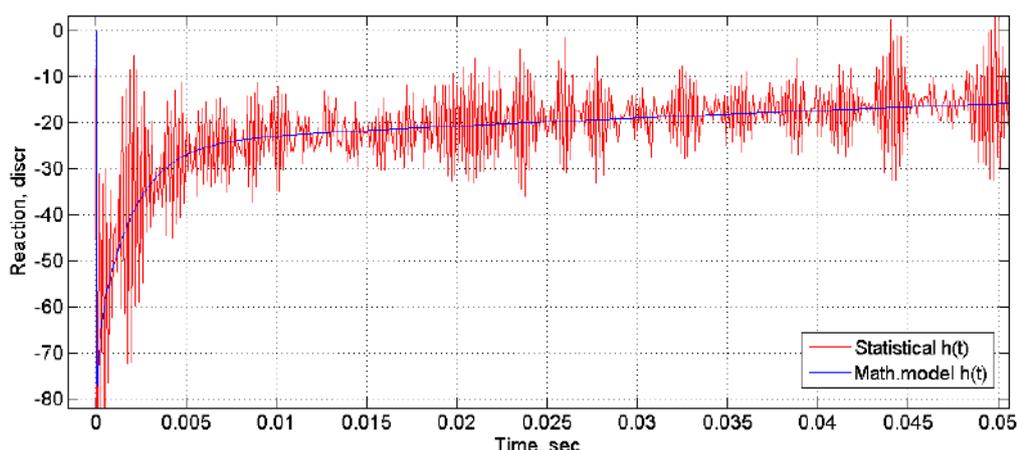


Figure 3 – Schedules of transients

### Conclusion

Rather high accuracy and universal character of suggested approach gives the basis for using it for wide group of devices. Also this method can be used as the tool for control system's parameters. However it is efficiency approach only for dynamical systems without feedback loop [1]. The further development of the method is related with calculation square kernels of Volterra-Wiener series. It will allow to estimate nonlinear properties of dynamical systems.

### References

1. Rolf Isermann, Marco Munchhof. Identification of Dynamical Systems; Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2011. pp. 175-176.
2. Jejkhoff P. Osnovy identifikacii sistem upravljenija. Ocenivanie parametrov i sostojanija. [Systems identification. Parameter and state estimation]. M.: Mir, 1975. 680 p.
3. Taran V.N., Suhomlinov A.N. Trudy RGUPS, 2016, №2 (35). pp. 67-71.
4. Taran V.N., Kislovskiy E.Yu. Application of the correlation method in the identification of electromechanical stabilization system of video camera. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2018, №2 URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2018/5043](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2018/5043).
5. Georgios D. Mitsis. The Volterra-Wiener approach in neuronal modeling. 33rd Annual International Conference of the IEEE EMBS Boston, Massachusetts USA, August 30 - September 3, 2011.
6. Besekerskij V.A., Popov E.P. Teorija sistem avtomaticheskogo upravljenija [Theory of automatic control systems]. Spb.: Professija, 2003. pp. 50-55.

УДК 332-1

## КАЧЕСТВО УСЛУГ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА В КОНТЕКСТЕ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ ПО ГОРОДСКИМ ОКРУГАМ РО- СТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Полюянов Владимир Петрович\*, Полюянов Евгений Владимирович\*\*,

\* Технологический институт (филиал) ДГТУ в г. Азове, г. Азов, Россия

\*\*АО «Региональная корпорация развития», г. Ростов-на-Дону, Россия

### *Аннотация*

*Предложена структура интегрального показателя качества услуг жилищно-коммунального хозяйства. С использованием специального алгоритма рассчитана динамика показателя по городским округам Ростовской области. Проведено ранжирование городских округов по значению показателя качества услуг ЖКХ. Обоснованы выводы относительно динамики показателя качества услуг жилищно-коммунального хозяйства по городским округам Ростовской области.*

**Ключевые слова:** *качество жизни, качество услуг, жилищно-коммунальное хозяйство.*

## QUALITY OF SERVICES OF HOUSING AND COMMUNAL ECONOMY IN THE CON- TEXT OF THE ESTIMATION OF QUALITY OF LIFE OF THE POPULATION IN THE URBAN DISTRICT OF ROSTOV REGION

Poluyanov Vladimir Petrovich \*, Poluyanov Evgeny Vladimirovich \*\*,

\* Technological Institute (branch) of Don State Technical University, Azov, Russia

\*\* JSC Regional Development Corporation, Rostov-on-Don, Russia

### *Abstract*

*The structure of the integral indicator of the quality of housing and communal services is proposed. Using a special algorithm, the dynamics of the indicator were calculated for urban districts of the Rostov region. The ranking of urban districts according to the value of the indicator of the quality of housing and communal services was carried out. The conclusions regarding the dynamics of the indicator of quality of housing and communal services in urban districts of the Rostov region are substantiated.*

**Keywords:** *quality of life, quality of services, housing and communal services.*

**Введение.** Как известно, качество жизни населения определяется через систему показателей, характеризующих степень удовлетворения потребностей человека. В исследованиях характеризуются факторы, влияющие на качество жизни, определяется та или иная система показателей, отражающая воздействие на качество жизни определенных факторов. У специалистов существует устоявшееся мнение о том, что достаточно большое влияние на качество жизни оказывает сфера жилищно-коммунального хозяйства. Услуги данной сферы касаются практически каждого жителя, однако состояние перманентного реформирования отраслей жилищно-коммунального хозяйства не оказывает должного положительного воздействия на динамику показателей качества жизни. Вопросы влияния качества функционирования жилищно-коммунального хозяйства на уровень качества жизни, на наш взгляд, проработаны недостаточно. На это указывает определенный дефицит публикаций по данной тематике. Необходимо не только обоснование системы показателей оценки качества работы предприятий данной сферы, но и разработка соответствующих прикладных моделей и методов, позво-

ляющих изучать и прогнозировать влияние указанных факторов на показатели качества жизни населения. Этим и объясняется актуальность темы настоящей статьи.

**Анализ публикаций.** Ранее в работах авторов рассматривались различные аспекты данной проблемы. Непосредственно проблемам обеспечения качественных услуг в отдельных сферах жилищно-коммунального хозяйства посвящен целый ряд работ, среди которых [1; 2]. В работе [3] была установлена статистическая обеспеченность, а, следовательно, возможность расчета в условиях Российской Федерации интегрального показателя здоровья населения, входящего в систему показателей оценки качества жизни. Для получения интегрального значения показателя в указанной работе использован специальный алгоритм, который в сочетании с отобранными частными показателями и обеспечил искомый результат. В работе получены значения интегрального показателя, а изучение динамики этих значений позволило сделать вывод о динамике эффективности государственной политики в области здравоохранения [3]. Как указывается в работе, примененный подход может быть использован для выявления проблемных регионов в межрегиональном сопоставлении. Предлагается рассмотреть возможность его применения для получения интегрального показателя оценка качества работы сферы жилищно-коммунальных услуг или отдельных ее компонентов.

В работе [4] изложены результаты исследования по вопросам оценки удельного веса расходов домашних хозяйств на оплату услуг ЖКХ. Использование данного показателя предполагает одновременное использование и показателя, характеризующего платежеспособность населения. Важными представляются выводы о возможности использования данного показателя в общепринятых международных методиках оценки.

В работе [5] исследовано влияние качества питьевой воды на заболеваемость населения Российской Федерации. Использование статистического инструментария позволило авторам установить корреляционную зависимость заболеваемости отдельными болезнями от качества питьевой воды, поставляемой в системах водоснабжения.

Комплексному обоснованию и оценке методов построения регрессионных моделей, нечетких экспертных оценок и различных подходов, ориентированных повышения эффективности распределения ресурсов при реализации региональных проектов управления уровнем жизни населения посвящена монография [7]. Авторами указанной монографии обоснована необходимость разработки интеллектуальных аналитических систем, в которых используются не только методы формализованной обработки статистических данных, но и методы интерпретации результатов экспертных оценок и социологических опросов. В качестве теоретической базой таких систем предложено использовать экспертно-регрессионные методы обработки информации. Именно с их помощью удастся взаимно нивелировать неточности статистических и экспертных оценок.

Хубаевым Г.Н. в работе [8] для построения прогнозных моделей предложен универсальный алгоритм ранжирования объектов. С его помощью оперативно выявляются взаимосвязи между объектами, производится их кластеризация, осуществляется мониторинг и визуализация статистических показателей и характеристик. Указанный алгоритм апробирован и показал свою высокую эффективность в рассматриваемой предметной области.

В работе [9] с применением математического аппарата подробно описана методика экспресс-анализа качества жизни населения административно-территориальных образований (АТО). Как указано в работе, при использовании данной методики появляется возможность с минимальными затратами финансовых ресурсов и интеллектуальных усилий выполнять целый комплекс работ по ранжированию объектов по любому множеству показателей, оценивать соответствие значений показателей установленным критериям, выявлять взаимосвязи, формировать выборки, рассчитывать статистические характеристики, оценивать динамику функционирования объектов.

Наконец, в работе [10] с использованием процедур пошагового упорядочения объектов и групповой экспертной оценки значений показателей предложена модель сравнения

программных продуктов, а также проведена оценка затрат трудовых ресурсов на организацию и ведение определенных расчетов и работ. Хотя указанная публикация ориентирована на проблемы налогового учета, однако предложенные алгоритмы и модели могут быть соответствующим образом использованы и при решении задач по оценке качества жизни населения.

Краткий обзор публикаций указывает на значительный объем работ, проведенных исследователями по решению задачи оценки показателя качества жизни населения. Однако, авторам неизвестны работы по обоснованию системы показателей оценки качества услуг жилищно-коммунального хозяйства и их влияния на показатели оценки качества жизни населения.

Цель статьи – провести ранжирование по показателю оценки качества услуг жилищно-коммунального хозяйства городских округов Ростовской области.

Объект исследования – качество жизни населения в городских округах Ростовской области.

Предмет исследования – процессы формирования интегрального показателя оценки качества услуг жилищно-коммунального хозяйства.

Изложение основного материала.

В таблицах 1-6 на основании [6] приведены показатели, характеризующие качество работы ряда отраслей жилищно-коммунального хозяйства по городским округам Ростовской области в динамике за 2013-2017 гг. Используются показатели: площадь жилых помещений в квадратных метрах; удельный вес индивидуального жилищного фонда во всем жилищном фонде (общая площадь; в процентах); среднесуточный отпуск воды населению и финансируемым из бюджета организациям (литров); протяженность водопроводных, канализационных, тепловых и паровых сетей (километров). Для обеспечения сопоставимости три последних показателя (протяженность водопроводных, канализационных и отопительных сетей) пересчитаны относительно численности населения по соответствующим городским округам Ростовской области, приведенной в таблице 7.

Представленный в таблице 1 данные показывают, что по городским округам за исследуемый период наблюдается перманентный рост площади жилых помещений. И хотя данный показатель еще далек от лучших мировых значений, тем не менее, данное явление следует оценить положительно.

Таблица 1. Площадь жилых помещений (в среднем на одного жителя; на конец соответствующего года; кв. м)

	2013	2014	2015	2016	2017
городской округ Ростова-на-Дону	23.9	24.3	24.8	25.7	26.9
городской округ Азова	21.0	21.6	22.4	23.3	24.3
городской округ Батайска	19.3	19.8	20.3	20.7	21.3
городской округ Волгодонска	22.2	22.6	22.8	23.1	23.6
городской округ Гуково	22.2	22.2	22.3	22.2	22.4
городской округ Донецка	21.3	21.5	21.5	20.0	24.9
городской округ Зверево	24.0	24.7	25.3	25.9	26.5
городской округ Каменска-Шахтинского	21.0	21.3	21.6	21.8	22.2
городской округ Новочеркасска	23.0	23.3	24.3	25.1	23.6
городской округ Новошахтинска	20.1	20.3	20.3	20.4	20.6

городской округ Таганрога	22.9	23.4	24.1	25.9	27.0
городской округ Шахты	20.7	20.8	20.9	21.2	21.4

В отдельные периоды и у отдельных субъектов цепные индексы принимали значения меньше единицы, однако базовый индекс роста площади жилых помещений по всем городским округам Ростовской области больше единицы. Максимальный рост наблюдается по г. Таганрогу (17,9%), минимальный – по г. Гуково (0,9%).

Таблица 2. Удельный вес индивидуального жилищного фонда во всем жилищном фонде (общая площадь; в процентах)

	2013	2014	2015	2016	2017
городской округ Ростова-на-Дону	85.0	85.0	84.0	81.0	86.0
городской округ Азова	88.0	88.0	88.0	90.0	90.0
городской округ Батайска	96.0	93.0	95.0	95.0	95.0
городской округ Волгодонска	95.0	95.0	95.0	96.0	96.0
городской округ Гуково	97.0	97.0	97.0	97.0	98.0
городской округ Донецка	93.0	95.0	95.0	97.0	98.0
городской округ Зверево	93.0	93.0	100.0	100.0	97.0
городской округ Каменска-Шахтинского	95.0	95.0	96.0	96.0	96.0
городской округ Новочеркасска	91.0	92.0	93.0	93.0	92.0
городской округ Новошахтинска	94.0	94.0	94.0	94.0	94.0
городской округ Таганрога	92.0	94.0	95.0	96.0	97.0
городской округ Шахты	96.0	96.0	96.0	96.0	96.0

По данным таблицы 2 удельный вес индивидуального жилищного фонда во всем жилищном фонде меняется за период с 2013 по 2017 г. незначительно. Максимально индивидуальный жилищный фонд увеличился по г. Таганрогу (на 5,4%). По г. Шахты за исследуемый период не произошло изменение удельного веса, а по г. Батайску он даже уменьшился на 1%.

Приведенные в таблице 3 данные показывают, что по 4 городским округам (города Ростов-на-Дону, Азов, Зверево и Новошахтинск), произошло увеличение среднесуточного отпуска воды населению. По Новошахтинску данный показатель увеличился на 61,4%, а минимальное увеличение – по Азову на 4,1%. По 8 городским округам среднесуточный отпуск воды уменьшился. Минимальное уменьшение по г. Гуково (9,5%), минимальное – по г. Донецку (2,2%).

По абсолютным величинам максимальное значение данного показателя зафиксировано по г. Ростов-на-Дону в 2017 г. – 178,5 л на человека в сутки. Минимальное – по Новошахтинску в 2013 г. – 33,4 литра на человека в сутки.

Данные в таблице 4 по протяженности уличных водопроводных сетей пересчитаны авторами в расчете на тысячу жителей. Из 12 городов, по шести наблюдается рост данного показателя за исследуемый период (г. Ростов-на-Дону – 1,3%; г. Азов – 2,5%; г. Каменск-Шахтинский – 48,6%; г. Новочеркасск – 4,0%; г. Новошахтинск – 3,7%; г. Таганрог – 1,5%).

По остальным шести – падение (г. Батайск – на 0,8%; г. Волгодонск– на 0,6%; г. Гуково– на 7,0%; г. Донецк – на 34,1%; г. Зверево – на 40,1%; г. Новошахтинск– на 14%).

Данные в таблице 5 о протяженности уличных канализационных сетей также пересчитаны авторами на тысячу жителей. По данному показателю в четырех городах наблюдается его снижение (г. Батайск – на 3,1%; г. Донецк – на 53,4%; г. Зверево – на 60,6%; г. Новошахтинск – на 4,2%). По остальным – минимальный рост по г. Шахты на 1,5%, а максимальный – по г. Каменск-Шахтинский на 27,8%.

Таблица 3. Среднесуточный отпуск воды населению и финансируемым из бюджета организациям (на одного жителя, литров)

	2013	2014	2015	2016	2017
городской округ Ростова-на-Дону	138.7	134.2	129.8	176.0	178.5
городской округ Азова	149.3	152.6	151.2	153.5	155.4
городской округ Батайска	113.6	110.8	104.2	99.0	104.8
городской округ Волгодонска	103.6	100.8	98.1	95.7	94.1
городской округ Гуково	66.5	66.1	57.8	60.9	59.5
городской округ Донецка	73.8	74.4	74.9	74.1	72.2
городской округ Зверево	68.3	74.9	81.2	102.6	97.9
городской округ Каменска-Шахтинского	120.5	125.1	123.4	138.0	112.9
городской округ Новочеркасска	150.4	140.7	143.7	137.7	140.7
городской округ Новошахтинска	33.4	41.4	37.4	43.9	53.9
городской округ Таганрога	144.5	144.0	139.4	138.9	135.0
городской округ Шахты	88.9	90.5	93.8	86.9	85.7

Таблица 4. Протяженность уличных водопроводных сетей (на конец года, километров, в пересчете на тыс. чел.)

	2013	2014	2015	2016	2017
городской округ Ростова-на-Дону	1.149	1.162	1.163	1.167	1.164
городской округ Азова	2.513	2.535	2.538	2.557	2.576
городской округ Батайска	1.472	1.503	1.472	1.451	1.460
городской округ Волгодонска	0.730	0.730	0.727	0.727	0.726
городской округ Гуково	3.781	4.040	3.472	4.196	3.515
городской округ Донецка	8.122	6.798	6.840	5.283	5.349
городской округ Зверево	5.053	5.190	2.903	6.592	3.029
городской округ Каменска-Шахтинского	1.982	2.853	2.901	2.924	2.944
городской округ Новочеркасска	1.900	1.907	1.951	1.967	1.976
городской округ Новошахтинска	4.137	3.802	3.540	3.547	3.558
городской округ Таганрога	1.873	1.879	1.894	1.904	1.943

городской округ Шахты	2.796	2.798	2.803	2.819	2.839
-----------------------	-------	-------	-------	-------	-------

Таблица 5. Протяженность уличных канализационных сетей (на конец соответствующего года, километров на тыс. чел.)

	2013	2014	2015	2016	2017
городской округ Ростова-на-Дону	0.510	0.526	0.547	0.558	0.565
городской округ Азова	0.497	0.506	0.507	0.510	0.514
городской округ Батайска	0.389	0.381	0.379	0.371	0.377
городской округ Волгодонска	0.295	0.300	0.313	0.311	0.311
городской округ Гуково	0.331	0.330	0.347	0.344	0.351
городской округ Донецка	1.780	1.308	1.359	0.820	0.831
городской округ Зверево	2.683	2.756	1.014	1.142	1.058
городской округ Каменска-Шахтинского	0.967	1.179	1.218	1.228	1.236
городской округ Новочеркаска	1.038	1.042	1.066	1.070	1.075
городской округ Новошахтинска	1.185	1.455	1.458	1.460	1.136
городской округ Таганрога	0.624	0.625	0.632	0.636	0.661
городской округ Шахты	0.652	0.653	0.654	0.658	0.663

Аналогично таблицам 4-5, авторами пересчитаны в расчете на тысячу жителей данные по протяженности тепловых и паровых сетей. Соответствующие расчеты помещены в таблицу 6.

Таблица 6. Протяженность тепловых и паровых сетей в двухтрубном исчислении (на конец соответствующего года, километров на тыс. жителей)

	2013	2014	2015	2016	2017
городской округ Ростова-на-Дону	0.530	0.520	0.564	0.533	0.535
городской округ Азова	0.682	0.680	0.683	0.701	0.706
городской округ Батайска	0.437	0.431	0.454	0.415	0.408
городской округ Волгодонска	0.996	0.995	0.976	0.970	0.969
городской округ Гуково	1.029	1.028	1.023	1.017	1.039
городской округ Донецка	0.837	0.800	0.799	0.804	0.814
городской округ Зверево	0.736	0.738	0.755	0.872	0.889
городской округ Каменска-Шахтинского	0.983	0.991	0.951	0.959	0.954
городской округ Новочеркаска	1.077	1.081	1.075	1.084	0.976
городской округ Новошахтинска	0.492	0.489	0.474	0.475	0.477
городской округ Таганрога	0.857	0.774	0.651	0.688	0.707
городской округ Шахты	0.710	0.703	0.704	0.708	0.713

Данный показатель указывает на то, что по 5 городским округам за исследуемый период произошел рост показателя, а по семи – его снижение. Изменения за 2013-2017 гг. следующие: г. Ростов-на-Дону +1,1%; г. Азов +3,5%; г. Батайск-6,6%; г. Волгодонск-2,7%; г. Гуково +0,9%; г. Донецк -2,8%; г. Зверево +20,8%; г. Каменск-Шахтинский-2,9%; г. Новочеркасск-9,4%; г. Новошахтинск -3,1%; г. Таганрог -17,5; г. Шахты +0,5.

Для расчета интегрального показателя качества жилищно-коммунальных услуг представленная система показателей разделена на три блока:

1) жилищный блок: общая площадь жилых помещений в среднем на одного жителя; удельный вес индивидуального жилищного фонда во всем жилищном фонде;

2) блок водоснабжения: среднесуточный отпуск воды населению и финансируемым из бюджета организациям в расчете на одного жителя; протяженность водопроводных сетей в пересчете на тыс. жителей; протяженность канализационных сетей в пересчете на тыс. жителей.

3) блок теплоснабжения: протяженность тепловых и паровых сетей в двухтрубном исчислении в пересчете на тыс. жителей.

Таблица 7. Численность населения на конец года, тыс. чел.

	2013	2014	2015	2016	2017
городской округ Ростова-на-Дону	1109.8	1114.8	1119.9	1125.3	1130.3
городской округ Азова	82.5	82.0	81.9	81.3	80.7
городской округ Батайска	117.4	119.8	122.3	124.7	126.7
городской округ Волгодонска	170.1	170.2	170.5	171.5	171.7
городской округ Гуково	65.3	65.4	65.7	66.3	64.9
городской округ Донецка	49.2	49.0	48.7	48.4	47.8
городской округ Зверево	22.7	22.1	21.6	21.1	20.7
городской округ Каменска-Шахтинского	92.0	91.2	90.3	89.6	89.0
городской округ Новочеркаска	173.4	172.8	170.2	168.8	168.0
городской округ Новошахтинска	109.5	109.2	109.0	108.8	108.4
городской округ Таганрога	253.6	253.1	251.1	250.3	249.9
городской округ Шахты	237.4	237.2	236.8	235.5	233.8

На примере г. Ростова-на-Дону рассчитаем интегральный показатель качества жилищно-коммунальных услуг. В таблице 8 по годам исследуемого периода приведены значения показателей всех трех блоков.

Таблица 8. Исходные данные для расчета интегрального показателя качества жилищно-коммунальных услуг по г. Ростову-на-Дону.

Год	1	2	3	4	5	6
2013	23.900	85.000	138.700	1.149	0.510	0.530
2014	24.300	85.000	134.200	1.162	0.526	0.520
2015	24.800	84.000	129.800	1.163	0.547	0.564
2016	25.700	81.000	176.000	1.167	0.558	0.533
2017	26.900	86.000	178.500	1.164	0.565	0.535
Максимум	26.900	86.000	178.500	1.167	0.565	0.564

Натуральным рядом чисел от 1 до 6 в таблицах 8, 9 обозначены колонки, в которых приведены значения следующих показателей:

1. общая площадь жилых помещений в среднем на одного жителя;
2. удельный вес индивидуального жилищного фонда во всем жилищном фонде;
3. среднесуточный отпуск воды населению и финансируемым из бюджета организациям в расчете на одного жителя;
4. протяженность водопроводных сетей в пересчете на тыс. жителей;
5. протяженность канализационных сетей в пересчете на тыс. жителей.
6. протяженность тепловых и паровых сетей в двухтрубном исчислении в пересчете на тыс. жителей.

Нормализация показателей производилась по следующей формуле[3]:

$$z_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_{\max j}} \quad (1)$$

Результаты выполненных расчетов сведены в таблицу 9.

Для получения однонаправленных величин факторы, имеющие обратную связь с качеством услуг ЖКХ, необходимо представить в виде  $(1 - z_{ij})$ . В случае однонаправленных данных данное действие не требуется.

Таблица 9. Нормализация показателей для расчета интегрального показателя качества жилищно-коммунальных услуг по г. Ростову-на-Дону.

Год	1	2	3	4	5	6
2013	0.888	0.988	0.777	0.985	0.903	0.939
2014	0.903	0.988	0.752	0.996	0.932	0.554
2015	0.922	0.977	0.727	0.996	0.968	1.018
2016	0.955	0.942	0.986	1.000	0.988	0.523
2017	1.000	1.000	1.000	0.998	1.000	1.023

В дальнейшем проводится расчет многомерной средней величины по каждой из групп показателей.

$$\bar{z}_{il} = \frac{1}{k} \cdot \sum_{j=1}^{k_l} z_{ij} \quad , \quad (2)$$

где  $k_l$  - количество показателей в группе;

$l$  - число групп показателей ( $l=1,2,3$ ).

Результаты выполненных расчетов сведены в таблицу 10.

Таблица 10. Средние показатели по группам

	1	2	3
2013	0.938	0.888	0.939
2014	0.946	0.893	0.554
2015	0.949	0.897	1.018
2016	0.949	0.991	0.523
2017	1.000	0.999	1.023

Алгоритм нормализации показателей предполагает на следующем этапе расчет базисных индексов по представленным в виде временных рядов показателям. Результаты такого расчета сведены в таблицу 11.

Таблица 11. Результат расчета базисных индексов по группам показателей качества услуг ЖКХ

	1	2	3
2013	1.000	1.000	1.000
2014	1.008	1.006	0.590
2015	1.012	1.010	1.085
2016	1.011	1.116	0.558
2017	1.066	1.125	1.089

Для расчета значимости каждой группы показателей строится матрица парных корреляций по формуле:

$$w_1 = \sum_{u=1}^l r_{uv} / \sum_{u=1}^l \sum_{v=1}^l r_{uv}, \quad (3)$$

где  $w_i$  - веса каждой из групп в агрегированном показателе;

$r_{uv}$  - коэффициент парной корреляции между многомерными средними величинами ( $u, v = 1, 2, 3$ ).

Результаты расчета по формуле (3) представлены в таблице 12.

Таблица 12. Результаты расчета корреляционной матрицы

	1	2	3	Сумма	Вес
1	1.000	0.704	0.419	1.123	0.548
2	0.704	1.000	-0.099	0.605	0.295
3	0.419	-0.099	1.000	0.320	0.156
				2.047	1.000

Для построения интегрального показателя качества услуг жилищно-коммунального хозяйства рассчитывается ряд индексов по формуле:

$$y_i = w_1 \cdot I_{i1} + w_2 \cdot I_{i2} + w_3 \cdot I_{i3} \quad (4)$$

где  $I_{i1}, I_{i2}, I_{i3}$  - базисные индексы многомерных случайных величин по каждой группе.

Таблица 13. Удельные веса для расчета интегрального индекса жилищно-коммунальных услуг по г. Ростову-на-Дону

2013	1.000
2014	0.942
2015	1.023
2016	0.971
2017	1.087

В таблице 14 приведены индексы, рассчитанные с использованием удельных весов из таблицы 13.

Выполненные аналогичным образом расчеты интегрального показателя качества жилищно-коммунальных услуг по остальным городским округам Ростовской области позволили получить результаты, сведенные в таблицу 14. В последней колонке таблицы 14 представлен ранг городских округов Ростовской области по динамике интегрального показателя качества жилищно-коммунальных услуг.

Из таблицы 14 следует, что за исследуемый период по 10 городским округам обеспечен рост показателя качества услуг ЖКХ, и только по двум допущено их снижение. Максимальный рост показателя качества жилищно-коммунальных услуг обеспечен по г. Каменск-Шахтинский (на 92,5%), минимальный – по г. Шахты (на 1,3%).

Снижение отмечается по г. Новошахтинску (на 9,7%) и г. Новочеркасску (на 6,7%).

Таблица 14. Ранжирование городских округов Ростовской области по показателю качества жилищно-коммунальных услуг

	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Ранг
городской округ Ростова-на-Дону	0.94	1.02	0.97	1.08	5
городской округ Азова	1.01	1.02	1.04	1.05	6
городской округ Батайска	0.99	1.01	1.00	1.01	8
городской округ Волгодонска	1.00	1.00	1.01	1.02	7
городской округ Гуково	0.87	1.05	0.88	1.01	9
городской округ Донецка	0.76	1.04	0.83	1.13	2
городской округ Звереве	1.09	1.11	1.33	1.12	3
городской округ Каменска-Шахтинского	1.73	1.96	1.95	1.92	1
городской округ Новочеркаска	1.03	0.97	1.02	0.93	11
городской округ Новошахтинска	-0.61	0.90	-0.61	0.90	12
городской округ Таганрога	1.10	1.08	1.10	1.11	4
городской округ Шахты	1.24	1.01	1.24	1.01	10

**Выводы и предложения.** Представленный в работе материал характеризует один из возможных подходов к оценке жилищно-коммунальных услуг, как составной части показателя качества жизни населения. Дальнейшие исследования по данной проблеме должны быть направлены на расширение круга показателей, формирующих структуру интегрального показателя услуг жилищно-коммунального хозяйства, установления их значимости, перехода от индексной к абсолютной форме интегрального показателя, построению факторных моделей формирования услуг ЖКХ как самостоятельных моделей, так и в качестве подмоделей показателя качества жизни населения. Эта информация призвана оказать помощь лицам, принимающим решения, при выявлении наименее ресурсозатратных мероприятий, которые в состоянии максимально повлиять на целевой показатель – качество жизни населения.

Статья подготовлена по результатам исследований, выполненных при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) – проект 18-010-00806/19 «УРОВЕНЬ ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ АДМИНИСТРАТИВНО-ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ: выявление, исследование, анализ и оценка значимости определяющих факторов (для последующей оптимизации в условиях ограниченных ресурсов)»

## Литература

1. Полуянов В.П. Инновационные возможности предприятий водоснабжения Ростовской области / В.П. Полуянов, Е.И. Полуянова // Современная мировая экономика: вызовы и реальность: материалы I-й Республиканской научно-практической конференции, г. Донецк, 21 ноября 2018 г. / отв. ред. Я.В. Хоменко / ГОУВПО ДОННТУ. – Донецк: ДОННТУ, 2018. – С. 163-168.
2. Полуянов В.П. Институциональная структура рынка питьевого водоснабжения Ростовской области / В.П. Полуянов, Е.И. Полуянова // Интеграционные процессы в современном геоэкономическом пространстве: материалы научно-практической конференции (Симферополь, 25 октября 2018 г.): Симферополь: Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, 2018. – С. 252-254.
3. Полуянов В.П. Оценка интегрального показателя здоровья населения Российской Федерации / В.П. Полуянов, Е.И. Полуянова // Связь теории и практики научных исследований: сборник статей Международной научно - практической конференции (3 марта 2016 г, г. Саранск). В 2 ч. Ч.1 - Уфа: МЦИИ ОМЕГА САЙНС, 2016.- С. 155-159.
4. Полуянов В.П. Сравнительная характеристика расходов домашних хозяйств на оплату услуг ЖКХ / В.П. Полуянов // Научные труды Донецкого национального технического университета. Серия: экономическая. Выпуск 41. - Донецк: ДонНТУ, 2012. - С. 252-268.
5. Полуянов В.П. Централизованное водоснабжение и заболеваемость населения Российской Федерации / В.П. Полуянов, Е.И. Полуянова // Актуальные вопросы экономики и управления: теоретические и прикладные аспекты: материалы Четвертой международной научно-практической конференции, г. Горловка, 29 марта 2019 г. / отв. ред. Е.П. Мельникова, Е.Ю. Руднева, О.Л. Дариенко / Автомобильно-дорожный институт ГОУВПО ДОННТУ. – Горловка: АДИ ДОННТУ, 2019. – С. 621-627.
6. Сравнительные показатели социально-экономического положения городских округов и муниципальных районов Ростовской области 2017: Статистический сборник. – Ростов-на-Дону: РОССТАТ, Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Ростовской области, 2018. – 388 с.
7. Ткачев А.Н., Хубаев Г.Н., Лобова Т.В. Экспертно-регрессионные методы оценки и моделирования уровня жизни населения регионов: монография / Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова. – Новочеркасск: ЮРГПУ (НПИ), 2018. – 124 с.
8. Хубаев Г. Н. Регрессионные модели для прогнозирования продолжительности жизни населения административно-территориальных образований: построение и оценка качества // Бюллетень науки и практики. 2018. - Т. 4. №9. - С. 206-217.
9. Хубаев Г.Н. Качество жизни населения административно-территориальных образований: методика экспресс-анализа // Системный анализ в проектировании и управлении (САЕС-2018): Сборник научных трудов XXII Международной научно-практической конференции (г. Санкт-Петербург, СПбПУ им. Петра Великого, 22-24 мая 2018 г.). Том 2. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2018. – С. 139-146.
10. Хубаев Г.Н. Моделирование и автоматизация процессов налогового учета: монография / Хубаев Г.Н., Полуянов Е.В., Родина О.В. М-во образования и науки Российской Федерации, Ростовский гос. экономический ун-т (РИНХ), Фак. информатизации и упр. Ростов-на-Дону, 2010. – 300 с.

УДК 621.396.969

## ИЗМЕРЕНИЕ СКОРОСТИ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА РАДИОЛОКАТОРОМ МИЛЛИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА

**Павлов Валерий Максимович**

Ростовский государственный университет путей сообщения,  
г. Ростов-на-Дону, Россия

### *Аннотация*

*Рассматривается принцип измерения скорости движущегося объекта радиолокатором миллиметрового диапазона. На примере показана возможность измерения малых скоростей.*

**Ключевые слова:** *волны миллиметрового диапазона, транспорт, ЛЧМ-сигнал, быстрое преобразование Фурье.*

## MEASUREMENT OF VEHICLE SPEED RADAR MILLIMETER RANGE

**Pavlov Valery Maksimovich**

Rostov State Transport University,  
Rostov-on-Don, Russia

### *Abstract*

*The principle of measuring the speed of a moving object by millimeter-wave radar is considered. The example shows the possibility of measuring low speeds.*

**Keywords:** *millimeter waves, transport, chirp signal, fast Fourier transform.*

Электромагнитные волны миллиметрового диапазона уже давно привлекают внимание радиоспециалистов. Решение многих технических проблем в медицине, радиолокации, радиоастрономии, исследовании окружающего пространства невозможно без использования радиоволн этого диапазона.

В радиолокации создание антенн с узкими диаграммами направленности всегда вызвало значительные трудности. Для того чтобы антенна была остронаправленной, ее линейные размеры должны намного превышать длину волны. Очевидно, что антенны миллиметрового диапазона решают эту проблему при минимальных размерах. Относительно малые габариты и высокая направленность миллиметровых антенн являются одной из причин, по которой разработчики пытаются внедрить миллиметровый диапазон в радиолокацию. Другая причина заключается в том, что точность измерения радиолокационными методами параметров движения объектов намного выше в этом диапазоне, чем в более длинноволновых.

Однако широкому применению миллиметровых волн препятствует то обстоятельство, что они испытывают сильное поглощение энергии в большей части диапазона. Рисунок 1 иллюстрирует зависимость затухания  $d$  радиоволн в свободном пространстве от длины волны [1].

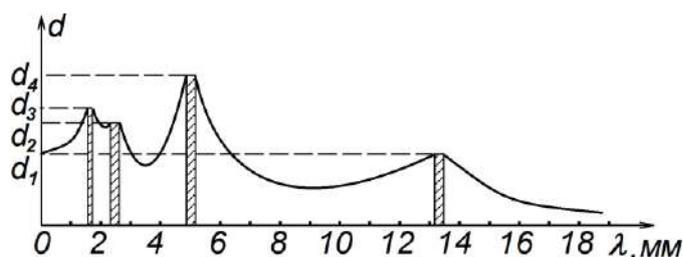


Рисунок 1 – Затухание радиоволн в миллиметровом диапазоне

Как показали исследования [1,2], затухание в атмосфере на миллиметровых волнах значительно больше, чем на сантиметровых волнах, и особенно велико при резонансном поглощении кислородом и парами воды. Это не позволяет использовать данный диапазон волн для связи на большие расстояния. Следует отметить, что в диапазоне длин волн от 1 до 10 мм имеются четыре «окна» относительно слабого поглощения [3]. Это области с длинами волн  $\lambda = 1,2$  мм ( $d = 0,7$  дБ/км),  $\lambda = 2$  мм ( $d = 0,3$  дБ/км),  $\lambda = 3,5$  мм ( $d = 0,17$  дБ/км) и  $\lambda = 8,6$  мм с поглощением 0,07 дБ/км. Таким образом, миллиметровые волны могут быть использованы для связи, радиолокации на небольших расстояниях.

Общий принцип измерения скорости основан, как известно [4], на эффекте Доплера. Этот эффект используется в настоящее время в полицейских радарх для оценки превышения скорости автомобилей.

Оценим значение частоты Доплера  $F_D$  при движении транспортного средства со скоростью, равной, например,  $V = 90$  км/час = 25 м/с. Пусть несущая частота сигнала радара равна  $f = 78,5$  ГГц. Тогда частота Доплера:

$$F_D = f \cdot \frac{V}{c} = 78,5 \cdot 10^9 \cdot \frac{25}{3 \cdot 10^8} \approx 6,54 \text{ кГц},$$

где  $c \approx 3 \cdot 10^8$  м/с – скорость распространения электромагнитной волны в воздухе.

Это значение  $F_D$  находится в пределах абсолютной нестабильности частоты задающего генератора, поэтому измерить её достаточно сложно. При меньших скоростях транспортного средства это практически невозможно.

Компания Texas Instruments (США) выпустила серию инновационных микросхем радиолокаторов, работающих на длине волны  $\lambda \approx 3,8$  мм, которые способны измерять скорость движения объекта и его угловое положение [5]. Эти радиолокаторы используют сигналы с линейной частотной модуляцией (ЛЧМ-сигналы).

Рассмотрим принцип измерения скорости объекта этим радиолокатором.

Передатчик излучает два запросных ЛЧМ-сигнала, разделенных интервалом времени  $T_C$ :

$$s_{01}(t) = A \cos\left(\omega t + \frac{at^2}{2}\right), \quad (1)$$

$$s_{02}(t1) = A \cos\left(\omega t1 + \frac{at1^2}{2}\right), \quad (2)$$

где  $t1 = t + T_C$ .

Сигнал (1), пройдя удвоенное расстояние  $d_1$  до объекта и обратно, и задерживаясь на время  $\tau_1$ , поступает на вход приемника радиолокатора:

$$s_{11}(t) = A_1 \cos\left[\omega_0(t - \tau_1) + \frac{a \cdot (t - \tau_1)^2}{2}\right], \quad (3)$$

где  $\tau_1 = \frac{2d_1}{c}$ .

Сигналы (1) и (3) поступают на смеситель и далее на фильтр нижних частот, на выходе которого формируется сигнал разностной частоты:

$$s_{P1}(t) = AA_1 \cos \left[ -\omega_0 \tau_1 + at \tau_1 + \frac{a \tau_1^2}{2} \right]. \quad (4)$$

Частота этого сигнала  $\Omega_1 = a \tau_1$  определяет дальность  $d_1$  до объекта.

За время  $T_C$  дальность до объекта, который движется со скоростью  $V$ , изменится и станет равной  $d_2$ , а сигнал (2) задержится на время  $\tau_2$ :

$$s_{12}(t) = A_2 \cos \left[ \omega_0 (t - \tau_2) + \frac{a \cdot (t - \tau_2)^2}{2} \right]. \quad (5)$$

Сигналы (2) и (5) обрабатываются аналогично на другом смесителе с фильтром, и сигнал разностной частоты имеет вид:

$$s_{P2}(t) = AA_2 \cos \left[ -\omega_0 \tau_2 + at \tau_2 + \frac{a \tau_2^2}{2} \right]. \quad (6)$$

Частота этого сигнала  $\Omega_2 = a \tau_2$ .

Далее сигналы (4) и (6) подвергаются дискретизации, и их дальнейшая обработка осуществляется в цифровой форме с применением алгоритма быстрого преобразования Фурье (БПФ).

Рассмотрим пример с использованием данных, приведенных в [5]:

$$a = 2\pi \cdot 10^{14} \text{ рад/с}^2;$$

$$\omega_0 = 2\pi \cdot 77 \cdot 10^9 \text{ рад/с};$$

$$T_C = 4 \cdot 10^{-5} \text{ с}.$$

Частота дискретизации аналого-цифрового преобразователя (АЦП) локатора  $f_d = 37,5 \cdot 10^6$  Гц.

Пусть  $d_1 = 30$  м,  $V = 18$  км/час = 5 м/с. При этом задержка сигнала (3)  $\tau_1 = 2 \cdot 10^{-7}$  с, а сигнала (5)  $\tau_2 = 2,00001333 \cdot 10^{-7}$  с.

При заданной частоте интервал дискретизации будет равен  $\Delta t = 2,667 \cdot 10^{-7}$  с, а количество отсчетов на интервале  $T_C$  равно  $N = 1500$ . Так как для реализации БПФ количество отсчетов должно быть кратным  $2^n$ , то выбираем  $N = 2048$ . Недостающие отсчеты равны нулю. При этом интервал дискретизации по частоте определится следующим образом:

$$\Delta \Omega = \frac{2\pi}{N \cdot \Delta t} = 1,15 \cdot 10^5 \text{ рад/с}.$$

Частота сигнала (4)  $\Omega_1 = 2\pi \cdot 10^{14} \cdot 2 \cdot 10^{-7} = 1,25663706 \cdot 10^8$  рад/с, а сигнала (6) –  $\Omega_2 = 2\pi \cdot 10^{14} \cdot 2,00001333 \cdot 10^{-7} = 1,25664544 \cdot 10^8$  рад/с. При этом разность этих частот, равная 838 рад/с, при заданной частоте дискретизации будет гораздо меньше интервала дискретизации по частоте. Это означает, что с точки зрения измерения дальности до объекта при использовании БПФ, эти частоты равны.

Однако набеги фаз сигналов (4) и (6) будут различными:

$$\Phi_1 = -\omega_0 \tau_1 = -5,0893801 \cdot 10^4 \text{ рад} - \text{ для сигнала (4),}$$

$$\Phi_2 = -\omega_0 \tau_2 = -5,08941403 \cdot 10^4 \text{ рад} - \text{ для сигнала (6).}$$

Здесь не учтены вторые слагаемые набегов фаз, поскольку их значения ничтожны.

Разность полученных значений фаз позволит определить среднюю скорость объекта за интервал времени  $T_C$ :

$$V = \frac{\Phi_1 - \Phi_2}{2\omega_0 T_C} \cdot c = 5 \text{ м/с} .$$

Таким образом, использование в миллиметровом радиолокаторе двух ЛЧМ-сигналов, разнесенных на малый интервал времени, позволяет оценить скорость движущегося объекта. Применение нескольких сигналов с линейной частотной модуляцией позволяет измерять скорости нескольких транспортных средств.

#### **Литература**

1. Белоцерковский Г. Б. Миллиметровые волны. М., Л: Государственное энергетическое издательство. 1959. 80 с.
2. Альперт Я. Л., Гинзбург В. Л., Фейнберг Е. Л. Распространение радиоволн. М: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1953. 884 с.
3. Долуханов М. П. Распространение радиоволн. Учебник для вузов. М: Связь, 1972. 336 с.
4. Теоретические основы радиолокации: Учеб. пособие для вузов / Коростелев А. А., Ключев Н. Ф., Мельник Ю. А. и др. Под ред. Дулевича В. Е.. М: Сов. радио, 1978. 608 с.
5. The fundamentals of millimeter wave sensors/Cesar Iovescu, Sandeep Rao. – Dallas: Texas Instruments Incorporated, 2017.

УДК 621.9.048.6

### **ВИБРАЦИОННАЯ ОЧИСТКА ДЕТАЛЕЙ: ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ**

**Карпаченко Кирилл Александрович**

Донской государственный технический университет,  
Технологический институт (филиал) ДГТУ в г. Азове,  
г. Азов, Россия

#### **Аннотация**

*Статья посвящена вибрационной обработке деталей как отдельному методу отделочно-зачистных работ. Приведены основания, необходимые для включения данного типа работ в авторемонтный процесс. Также рассмотрено разделение вибрационной обработки на отдельные виды. На основании проанализированных характеристик и отличительных особенностей каждого вида вибрационной обработки сделаны выводы об эффективности и целесообразности применения вибрационной обработки.*

**Ключевые слова:** *вибрационная обработка, авторемонтное производство, рабочая среда, автомобильные загрязнения.*

### **VIBRATIONAL PARTS CLEANING: APPLICATION AREA AND EFFECTIVENESS**

**Karpachenko Kirill Alexandrovich**

Don State Technical University,  
Technological Institute (branch) of DSTU in Azov  
Azov, Russia

**Abstract**

The article is devoted to vibrational processing of parts as a separate method of finishing and cleaning works. The reasons necessary for the inclusion of this type of work in the car repair process are given. The division of vibrational treatment into separate types is also considered. On the basis of the analyzed characteristics and distinctive features of each type of vibrational treatment conclusions about the effectiveness and expediency of vibrational treatment are made.

**Keywords:** vibrational treatment, car repair production, working environment, automobile pollution

**Введение**

В настоящее время эффективность авторемонтных технологий и качество обслуживания на авторемонтных предприятиях является важным фактором в росте производительности их труда, рациональном использовании ресурсов и энергии, в общем повышении качества авторемонтного сервиса.

В данном направлении целесообразно работать над снижением затрат на ремонт и техническое обслуживание путем избегания износов и отказов машин на базе применения методов их диагностирования и технического обслуживания во время эксплуатации, повышения производительности труда и экономии ресурсов во время технического ремонта машин на всех этапах ремонтно-обслуживающего цикла.

Особой актуальностью обладает вопрос о повышении надежности и качества ремонта машин, напрямую влияя в конечном счете на целесообразное и эффективное использование машины в течение ее амортизационного срока.

Различный срок службы разных деталей и узлов, находящихся в составе автомобиля, обуславливает большой объем выполняемых авторемонтных работ.

Технологический авторемонтный процесс - комплексное мероприятие, состоящее из элементов машиностроительного производства и различных специфических технологических операций. Как видно из рисунка 1, значительную долю в операциях составляют отдельно-зачистная и моечная работа.

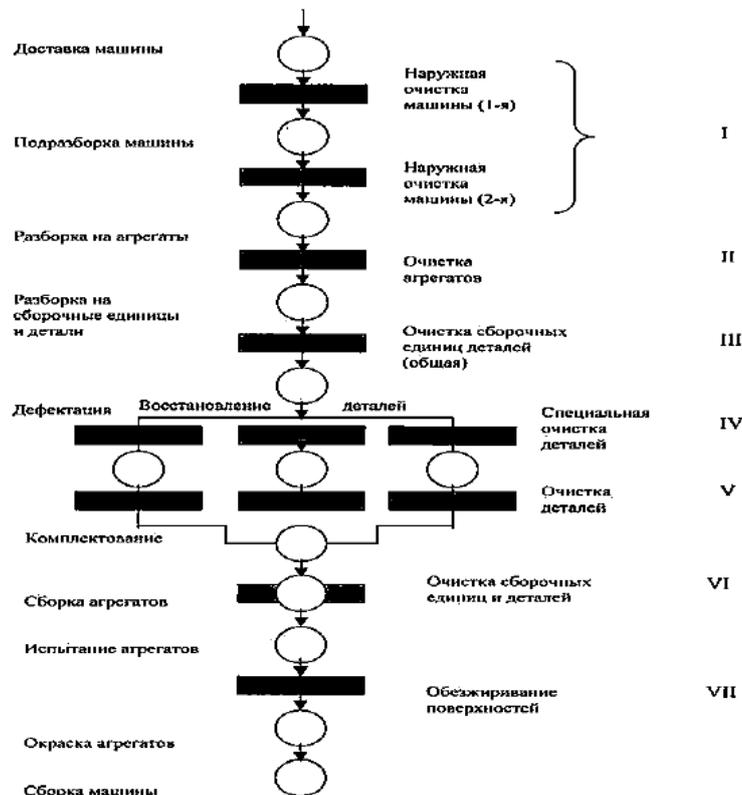


Рисунок 1 – Многостадийная очистка машин

Важность отделочно-зачистных и моечных работ обусловлена их трудоемкостью, занимающей зачастую 30 % и более от общеремонтной трудоемкости, а также тем, что именно от качества выполнения данных операций зависит надежность ремонтируемых деталей. После ремонтный ресурс двигателя, гидравлических и других систем после некачественной очистки при дальнейшей сборке снижается на 20-30% в среднем.

В процессе очистки встречающиеся загрязнения условно можно подразделить на несколько групп: эксплуатационные и технологические[1]. Каждая группа, представленная в таблице 1, делится на различные виды загрязнений.

Таблица 1 – Виды автомобильных загрязнений

<b>Автомобильные загрязнения</b>	
<b>Технологические</b>	<b>Эксплуатационные</b>
Стружка	Дорожная
Абразивные частицы	Остатки перевозимых грузов
Окалина, шлаки	Лакокрасочные покрытия, отложения
	Масляно-грязевые отложения
Притирочные (доводочные) пасты	Асфальтно-смолистые отложения
Остатки эмульсий	Смазочные материалы
	Продукты коррозии
Продукты износа при обкатке	Накипь
	Нагар

Поскольку виды загрязнений разнообразны, как и их причины, то и устранение определенного загрязнения будет требовать выбора наиболее рационального и эффективного в конкретном случае метода очистки, мойки или отделки детали, что в свою очередь повлияет и на качество и экономичность ремонта. Таким образом, особое внимание уделяется выбору технологии очистки и ее оснащения.

На практике чаще применяется 2 метода очистки: механические, основанные на удалении загрязнения и/или дефектного слоя с детали путем приложения к ней нормальных и тангенциальных сил воздействия, и физико-химические.

Вибрационную обработку можно отнести как к механическому методу, так и к химико-механическому процессу съема загрязнений или окислов, сглаживания микронеровностей; процесс является сложным комплексом механо-физико-химических явлений[2]. Принадлежность к тому или иному методу определяется характером применяемой рабочей среды. Вибрационную обработку можно определить, как: «способ обработки части или всей поверхности деталей, помещенных в свободном или закрепленном состоянии в рабочие камеры, заполненные определенной средой (наполнитель и рабочая жидкость) при интенсивном (под действием вибрации) перемещении среды относительно деталей»[3]. При вибрационной обработке обрабатываемые детали помещают в рабочую камеру, которая заполнена рабочей средой необходимой характеристики (характеристики рабочей среды, в частности зернистость абразива, существенно влияют на качество поверхностного слоя деталей)[4]. Как видно из рисунка 2, установленная на пружинах рабочая камера может колебаться в разных направлениях. Инерционный вибратор в установке подвергает камеру вибрациям с частотой 900-3000 кол/мин и амплитудой 0,5 – 9 мм[5]. При этом происходит перемещение рабочей среды и обрабатываемых деталей относительно друг друга, образуя два вида движения: циркуляционное, которое характеризуется медленным движением всей массы, и колебания. Прилегающим слоям рабочей среды от стенок рабочей камеры передается вибрация, которая передается последующим слоям.

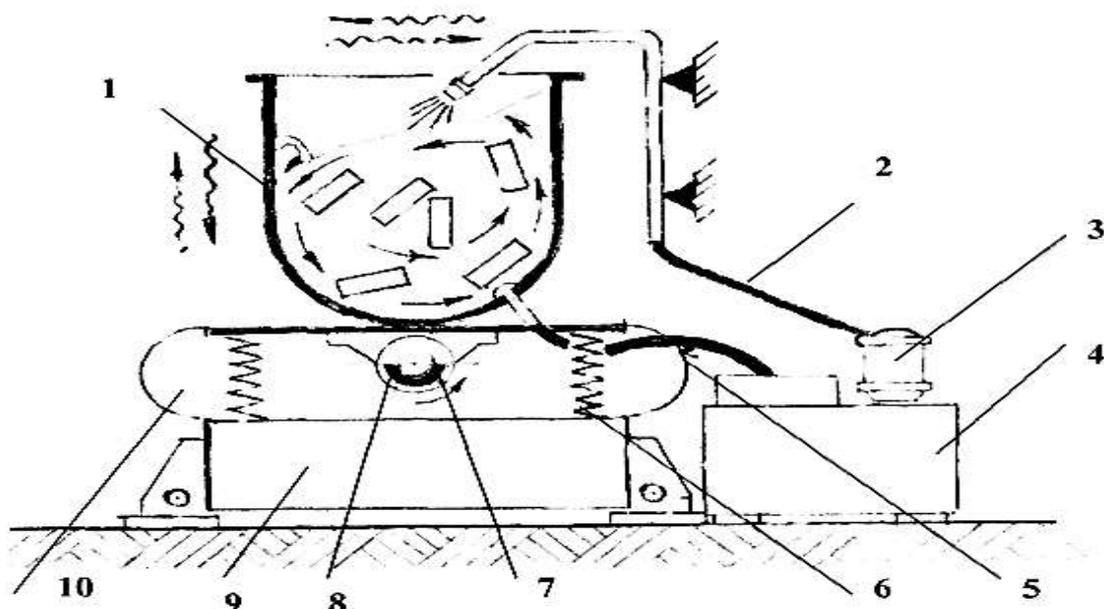


Рисунок 2 – Схема вибрационной установки:

1- Рабочая камера; 2 – шланг подачи раствора; 3 – насос; 4 – бак-отстойник; 5 – труба для слива; 6 – спиральная пружина; 7 – вал с несбалансированными грузами; 8 – груз; 9 – основание; 10 – ленточная пружина

Детали в процессе обработки благодаря разнообразию занимаемых положений получают равномерную обработку всех поверхностей, однако около дна камеры вибрационная обработка признается более эффективной за счет повышенного давления в данной области рабочей камеры. Интенсивность обработки и амплитуда колебаний частиц рабочей среды по мере удаления обрабатываемой детали от стенок камеры уменьшаются.

Поскольку вибрационной обработке могут поддаваться детали различной формы и размера, изготовленные из различного материала разнообразных характеристик, то эффективной и рациональной данную операцию делает условное деление на следующие технологические системы:

- обработка свободно загруженных деталей относительно маленьких размеров с периодической или непрерывной загрузкой и разгрузкой;
- закрепление крупногабаритных или тяжелых деталей в специальные приспособления для последующей обработки;
- проталкивание/медленное протягивание через выполненные специально в стенках рабочей камеры таких длинных деталей, как трубы, проволока и т.п.

Эффективность вибрационной обработки обусловлена, в том числе, и самой конструкцией предназначенного для данной цели оборудования – она позволяет использовать разнообразные составы рабочей среды (жидкие, твердые, смешанные). Так, можно совмещать несколько процессов, комбинировать механическое воздействие на деталь с химическими/электрохимическими процессами, с тепловыми/магнитными полями. Отсюда необходимо и целесообразно выделить следующие виды вибрационной обработки деталей:

- шпиндельная вибрационная обработка;
- магнитно-виброабразивная обработка;
- виброабразивная электрохимическая обработка;
- вибрационная механотермическая обработка и др.

Каждый вид вибрационной обработки имеет свои особенности, представленные в таблице 2, которые обусловлены различными факторами.

Таблица 2. Отличительные особенности основных видов вибрационной обработки.

<b>Вид вибрационной обработки</b>	<b>Отличительные особенности, характеристики</b>
Шпиндельная вибрационная обработка	сообщение обрабатываемой детали дополнительных движений - путем закрепления на шпинделе станка обрабатываемой детали сообщается вращение для выполнения необходимых движений; горизонтальное, вертикальное, угловое положение шпинделя зависит от конфигурации обрабатываемой детали.
Магнитно-виброабразивная обработка	Основную особенность Ю. Н. Вивденко определил так: «воздействие ферромагнитных частиц технологической среды с поверхностью детали происходит с наложением магнитного поля на зону обработки»[6]; также в литературе встречаются следующие формулировки особенностей: совокупность пластического деформирования поверхностного слоя деталей и импульсных процессов микрорезания; в токопроводящей среде при обработке деталей механические процессы пластического деформирования и микрорезания сопровождаются дополнительным съемом металла, в результате термоэлектрического эффекта
Виброабразивная электрохимическая обработка	позволяет совместить электрохимическое растворение материала детали и механическое воздействие на обрабатываемую поверхность частиц вибрирующей рабочей среды в одной технологической операции;
Вибрационная механотермическая обработка	совмещает термообработку с пластической деформацией поверхностного слоя обрабатываемых деталей в одной технологической операции и заключается в нагреве (до 150-500°С) и охлаждении обрабатываемых деталей с требуемой скоростью с помощью наложения вибрационной установки регулируемого теплового поля на рабочее пространство. Охлаждение с необходимой скоростью может осуществляться посредством системы циркуляции сжатого воздуха

Совместное применение различных процессов не только повышает эффективность и производительность вибрационной обработки, но и увеличивает за счет достаточного количества регулируемых параметров, влияющих на ход процесса и свойства слоя деталей, технологические возможности обработки рассматриваемого типа.

Комплексное воздействие на поверхность обрабатываемой детали, как и рационально определенный вид обработки является необходимым условием эффективности процедуры и качества обработки.

#### **Литература**

1. Фаскиев Р. С. Расчет уборочно-моечного и очистного оборудования предприятий автомобильного транспорта: метод. указания по дисциплине «Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования» // Оренбург: ГОУ ОГУ, 2007 – 41 с.
2. Копылов Ю.Р. Виброударное упрочнение. Монография -Воронеж. Воронежский институт МВД России, 1999. -386 с
3. Челомей, В. Н. Вибрации в технике: Справочник: учеб пособие для студентов вузов //– М.:Машиностроение 1981г. - 509 с.
4. Медведева М. С., Семенченко И. Ю. Проблема надежности технологического процесса вибрационной обработки // Молодой ученый. — 2016. — №27. — С. 157-159.

5. Бабичев, А. П. Вибрационная обработка деталей: учеб пособие для студентов вузов. М.:Машиностроение, 1974г. – 131с
6. Вивденко, Ю. Н. Технологические системы производства деталей наукоемкой техники: учеб пособие для студентов вузов. М.: Машиностроение, 2006. – 552с.

УДК 004.3

## РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА И АРХИТЕКТУРЫ ВКС РАСПОЗНАВАНИЯ ЗВУКОВЫХ СИГНАЛОВ НА БАЗЕ FPGA

**Зинченко Юрий Евгеньевич, Азаров Антон Борисович,  
Константинов Виталий Сергеевич, Зинченко Татьяна Анатольевна**  
Донецкий национальный технический университет,  
г. Донецк, Донецкая народная республика

### **Аннотация**

*Предлагается использование архитектуры устройства для распознавания звуков на базе FPGA, а также использования метода распознавания звуковых сигналов на базе DTW. В статье обоснована актуальность использования метода распознавания звуковых сигналов на базе DTW, для дальнейшей интеграции с FPGA. Приведена структурная схема разрабатываемого устройства. Основной идеей подхода распознавания звуковых сигналов на базе FPGA, описанного в статье, это максимальное упрощение реализации с допустимым понижением качества результатов. Также, в дальнейшем, предполагается интегрировать подходы параллельной обработки данных в данный метод.*

**Ключевые слова:** *распознавание звуковых сигналов, преобразование Фурье, архитектура устройства.*

## DEVELOPMENT OF ALGORITHM AND ARCHITECTURE OF VCS RECOGNITION OF SOUND SIGNALS BASED ON FPGA

**Zinchenko Yuri Evgenievich, Azarov Anton Borisovich,  
Konstantinov Vitaly Sergeevich, Zinchenko Tatyana Anatolyevna**  
Donetsk National Technical University,  
Donetsk, Donetsk People's Republic

### **Abstract**

*It is proposed to use the device architecture for sound recognition on the basis of FPGA, as well as using the DTW-based method of sound recognition. The article substantiates the relevance of using the DTW-based sound recognition method for further integration with FPGA. A block diagram of the device being developed is given. The basic idea of the sound signal recognition approach based on the FPGA described in the article is to maximize the simplification of the implementation with an acceptable decrease in the quality of the results. Also, in the future, it is intended to integrate the approaches of parallel data processing in this method.*

**Keywords:** *sound recognition, Fourier transform, device architecture.*

### **Введение**

Распознавание звуковых сигналов является достаточно распространенной задачей. Однако полный цикл системы от получения звукового файла до передачи результатов распознавания на сервер не является типичной задачей, алгоритм которой можно найти в сети интернет. В данной работе описана архитектура системы в общем, структура устройства, алго-

ритм работы устройства, используемый алгоритм распознавания. При разработке системы был сделан упор на скорость работы и отказоустойчивость.

#### **Архитектура устройства**

ВКС распознавания звуковых сигналов (РЗС) должна выполнять следующие функции:

- запись звуков;
- выявление всплесков звуковой активности;
- сохранение звуковых файлов пригодных для анализа;
- распознавание звуковых сигналов;
- передача результатов анализа.

Учитывая особенности устройства можно выделить следующие компоненты, необходимые для его автоматической работы:

- блок управления для координации действий устройства;
- ОЗУ для хранения промежуточных вычислений;
- ПЗУ для хранения исходных сигналов и результатов анализа;
- блок обработки данных;
- блок записи сигналов;
- интерфейс отладки;
- блок передачи данных.

Структурная схема устройства представлена на рисунке 1.

При работе алгоритма возникает необходимость хранения промежуточных результатов. Для этого в устройстве используется ОЗУ. Для хранения финальных результатов обработки, а также исходных звуковых сигналов и эталонов будет использована ПЗУ [1]. Так как Современные FPGA комплексы обладают встроенной памятью, дополнительные устройства не потребуются, однако для удобства пользования в качестве ПЗУ можно использовать SD карту либо USB накопитель, для возможности извлечения данных их анализа в другом месте без транспортировки устройства.

Для связи с внешними устройствами на плате присутствует несколько интерфейсов. Первый интерфейс используется для загрузки программы в плату и дальнейшей его отладки. Для этого используется USB интерфейс. После обработки сигнала результаты анализа должны быть переданы на сервер. В качестве блока передачи данных тут быть использованы следующие средства: USB, RS-232, RS-485, Bluetooth, Wi-Fi, мобильная и радио связь (LoRaWAN). С учетом того что устройство может находиться на большом расстоянии от сервера, а также необходимый уровень защищенности, были выбраны RS-485. в качестве беспроводного аналога рассматривались мобильная и радио связь, однако в связи с тем что сотовая связь ряд ограничений, была выбрана радио связь.

Для обеспечения автономной работы платы необходимо организовать цепь питания для возможности использования устройства без подключения к сети электропитания.

Блок записи звуковых сигналов состоит из двух частей: устройство звукозаписи (микрофон) и блок работы со звукозаписывающим устройством в FPGA комплексе.

Ключевым элементом устройства является блок обработки данных. В данном блоке будет реализован алгоритм распознавания звуковых сигналов. Для облегчения описания алгоритма возможно использования ip core, для того чтобы иметь возможность описать алгоритм на языке С.

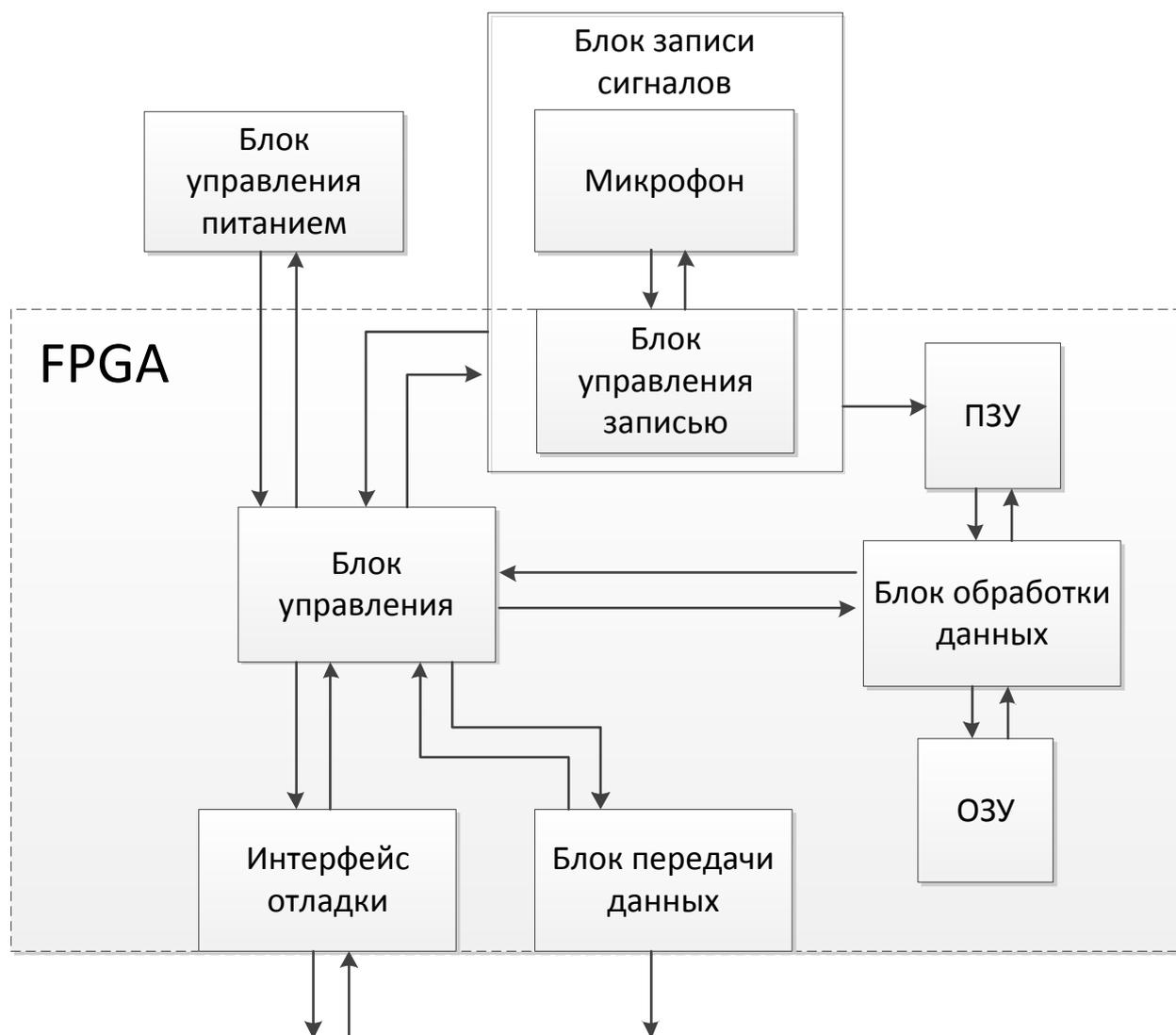


Рисунок 1 – Структурная схема устройства РЗС

### Алгоритм работы устройства

Полный алгоритм работы устройства можно представить в виде последовательности нескольких этапов.

Первый этап заключается в записи звуков при помощи микрофона. При обнаружении всплесков звуковой активности будут записываться звуковые файлы в формате \*.wav, хранящие только момент всплеска. Файлы будут сохраняться в отдельную папку на SD карте. Необходимо отметить, что в ходе практического исследования, такие звуковые файлы имеют длительность не более 5 секунд и соответственно в формате \*.wav имеют размер не более 35kB.

На втором этапе записанные файлы будут по очереди анализироваться. Для анализа файла содержимое файлов будет программно преобразовано из дискретных звуковых сигналов в последовательность векторов пригодных для анализа. Для преобразования звуковых сигналов внутри вектора можно использовать алгоритм быстрого преобразования Фурье. Полученные вектора будут сравниваться с уже имеющимися векторами (эталоны), для определения наибольшего сходства. Данные вектора также можно нормализовать для более удобной обработки. Результатом анализа файла будет массив «расстояний» отображающий степень сходства звукового сигнала с каждым их эталонов.

Перед запуском устройства через интерфейс отладки в него погружается файл эталонов, хранящий вектора соответствующие звуковым сигналам признанными эталонными и предназначенные для определения природы происхождения сигнала. Такой способ загрузки был предусмотрен для удобной смены эталонов в ходе исследования. После считывания файлов эталонов они должны храниться в ОЗУ для высокого быстродействия устройства. Это можно обозначить как нулевой этап.

Заключительный этап состоит в отправке результата на сервер по завершению анализа звукового сигнала. Данные на сервер предполагается отправлять в общепринятом формате JSON(JavaScript Object Notation) для удобной обработки данных на стороне сервера. Для связи с сервером может использоваться несколько подходов, это LoRaWAN и мобильная передача данных, стандартов - 2G, 3G и 4G. В случае с LoRaWAN данные передаются небольшими пакетами, не более 255 байт, поэтому данные для отправки необходимо делить на блоки, размер которых составляет 255 байт. Интерфейс для отправки данных принимает на вход строку, что очень удобно с форматом JSON.

Для передачи данных через мобильную связь, в сетях 2G — 4G, можно использовать различные подходы для связи с сервером. Самый простой способ в реализации — это отправка данных по протоколу HTTP. Однако данный способ имеет большое количество отправляемых заголовков, метаданных, которые не являются необходимыми для работы системы. Поэтому для экономии трафика, а соответственно повышения скорости работы — можно использовать более низкоуровневый протокол TCP, который повысит сложность реализации устройства, однако и даёт большой прирост скорости работы всей системы. Необходимо отметить, что в случае с использованием TCP можно держать непрерывную связь сервера с устройством в две стороны, то есть можно также отправлять команды с сервера на устройство обработки, а не только данные с устройства на сервер. Непрерывная связь может дать не только ускорение системы, но и повысить её надёжность, так как отклик элементов системы будет в режиме реального времени.

В сочетании с LoRaWAN и мобильной передачи данных повышается отказоустойчивость системы в случае невозможности использования одного из способов в некоторый момент времени. Как основной способ передачи предполагается использовать мобильную связь, так как она в превосходит LoRaWAN по скоростным характеристикам.

В случае нахождения сбоя в работе устройства или неточностей работы алгоритма, звуковые файлы, записанные на устройстве, можно извлечь и отдельно проанализировать.

### **Быстрое преобразование Фурье (FFT)**

Быстрое преобразование Фурье (БПФ, FFT) — усовершенствованный алгоритм определения дискретного преобразования Фурье. Данный алгоритм позволяет вычислить результат, быстрее чем при применении основного преобразования, то есть занимает время, меньшее, чем  $O = N^2$ .

Количество действий при использовании оригинального алгоритма преобразования Фурье может быть  $O(N(p_1 + \dots + p_n))$  при  $N=p_1 p_2 \dots p_n$ , а также частный случай, при  $N=2^n$   $O(N \log(N))$  действий.

Алгоритм ДПФ преобразует последовательность  $A=a_0, \dots, a_{n-1}$  в последовательность  $B=b_0, \dots, b_{n-1}$ , где значения из последовательности  $B$  вычисляются по формуле (1)

$$b_i = \sum_{j=0}^{n-1} a_j \varepsilon^{ij} \quad (1)$$

где,  $\varepsilon$  — первообразный корень из единицы, то есть  $\varepsilon^n = 1$  и  $\varepsilon^k \neq 1$  при  $0 < k < n$ .

Основной целью алгоритма является приведение задачи с  $N$  числами к задаче  $M$  числами, где  $M < N$ . Для  $N = pq$ ,  $p > 1$ ,  $q > 1$  вводятся:  $e_v = e^{2\pi i/v}$ ,  $\varepsilon_v^v = 1$ , где  $v$  — любое число.

ДПФ можно представить в виде формулы 2.

$$b_i = \sum_{k=0}^{p-1} \sum_{j=0}^{q-1} a_{kq+j} \varepsilon_N^{(kq+j)i} = \sum_{j=0}^{q-1} \varepsilon_N^{ij} \left( \sum_{k=0}^{p-1} a_{kq+j} \varepsilon_N^{kiq} \right) \quad (2)$$

Учитывая то, что  $\varepsilon_N^{kiq} = \varepsilon_{N/q}^{ki}$  и  $\frac{N}{q} = p$ , получаем формулу (3)

$$b_i = \sum_{j=0}^{q-1} \varepsilon_N^{ij} \left( \sum_{k=0}^{p-1} a_{kq+j} \varepsilon_p^{ki} \right) \quad (3)$$

Для вычисления  $b_i$  используется  $i = 0, p' - 1$ , на данном этапе необходимо совершить  $O(N)$  действий, следовательно выполняется  $O(N) = O(Np)$  операций.

Наиболее выгодное использование алгоритма БПФ происходит при анализе больших сигналов ( $N \gg 1$ ). Это связано с тем, что при малой длине последовательности, получаем незначительный выигрыш в скорости относительно расчета оригинального алгоритма дискретного преобразования Фурье. Для полного перехода от изначальной последовательности  $A$ , к последовательности, требуется  $O(Np) + O(Nq)$  операций. Существует возможность уменьшения числа операций лишь при помощи дальнейшего разбиения  $N$ .

Скорость алгоритма ( $N = pq$ ):

- $p \gg q \rightarrow O(Np)$ ;
- $pq \rightarrow O(Nq)$ ;
- $p \ll q \rightarrow O(Nq)$ .

То есть число операций при любом разбиении  $N$  на два числа, есть  $O(Nc)$ , где  $c = \max(p, q)$ .

#### Алгоритм распознавания

Сегодня для распознавания звуковых сигналов (РЗС) в основном используются нейронные сети, спектральный анализ и специальная обработка сигналов в сочетании с цифровой обработкой сигналов. Как показали исследования первые 2 подхода связаны с высокой трудоемкостью и неэффективностью реализации задачи применительно к FPGA. За основу алгоритма распознавания звуковых сигналов был выбран алгоритм РЗС на базе DTW.

Сущность стандартного алгоритма РЗС на базе DTW заключается в «простом» сопоставлении двух временных рядов. В качестве примера можно использовать две последовательности  $Q = \{q_1, q_2, \dots, q_n\}$  и  $C = \{c_1, c_2, \dots, c_m\}$ .

На первом этапе строится матрица расстояний  $d$  размерами  $n \times m$ . Каждый элемент матрицы  $d_{ij}$  представляет собой расстояние между точками  $q_i$  и  $c_j$ . Для расчета расстояния обычно используется формула евклидова расстояния  $d(q_i, c_j) = (q_i - c_j)^2$ , либо модуль разницы значений  $d(q_i, c_j) = |q_i - c_j|$ .

Далее из полученной матрицы строится матрица трансформаций  $D$  (деформаций). Для расчета значения элементов матрицы используется формула (4).

$$D_{ij} = d_{ij} + \min(D_{i-1j}, D_{i-1j-1}, D_{ij-1}) \quad (4)$$

Как видно из формулы (4), для расчета элементов матрицы трансформации используется значение исходной матрицы  $d$ , а также ближайшие предшествующие значения матрицы  $D$ . После расчета всех коэффициентов матрицы  $D$  производится поиск оптимального пути трансформации (деформации), который соответствует минимальному значению стоимости пути, так называемого DTW расстояния.

Путь трансформации — это последовательность смежных элементов матрицы, представляющий собой соответствие между исходными рядами  $Q$  и  $C$ . Он представляет собой путь, который минимизирует общее расстояние между  $Q$  и  $C$ . Для расчета  $W_k$  - элемента пути используется формула (5) [2].

$$w_k = (i, j)_k, d(w_k) = d(q_i, c_j) = (q_i - c_j)^2 \quad (5)$$

Таким образом путь трансформации можно рассчитать по формуле (6), где  $K$  — длина пути.

$$W = w_1, w_2, \dots w_k \dots w_K; \max(m, n) \leq K < m + n \quad (6)$$

Для корректной работы алгоритма необходимо чтобы путь трансформации удовлетворял следующему набору условий:

- граничные условия ( $w_1 = (1, 1)$ ,  $w_k = (n, m)$ );
- непрерывность ( $w_k = (w_i, w_j)$ ,  $w_{k+1} = (w_{i+1}, w_{j+1})$ ,  $w_i - w_{i+1} \leq 1$ ,  $w_j - w_{j+1} \leq 1$ );
- монотонность ( $w_k = (w_i, w_j)$  и  $w_{k-1} = (w_{i-1}, w_{j-1})$ ,  $w_i - w_{i-1} \geq 0$ ,  $w_j - w_{j-1} \geq 0$ ).

Основываясь на матрице трансформации D можно рассчитать DTW расстояние. DTW расстояние между последовательностями представляет собой сумму коэффициентов матрицы соответствующих пути трансформации W и рассчитывается по формулы (7).

$$DTW(Q, C) = \min \left\{ \frac{\sum_{k=1}^K d(w_k)}{K} \right\} \quad (7)$$

В формуле используется коэффициент K в знаменателе для учёта возможностей различных длин путей трансформации.

### **Выводы**

В данной статье была описана общая структура разрабатываемого устройства, а также алгоритм его работы. Описана возможность связи с сервером различными методами и обоснован выбор для разрабатываемого устройства. Для повышения отказоустойчивости было принято решение одновременное использования нескольких методов. Также были кратко описаны алгоритмы анализа звуковых сигналов, выбранные для использования при проектировании данного устройства. Результаты данной публикации будут в дальнейшем использованы магистерских диссертациях студентов.

### **Литература**

1. Намиот, Д.Е. Базы данных временных рядов в системах «Интернета вещей»: [Текст] / Д.Е. Намиот. – Litres, 2017. – 80 с.
2. Шелепов В.Ю. Сегментация и дифонное распознавание речи: [Лекции] / В.Ю. Шелепов, А.В. Ниценко. – Донецк : ГУ «ИПИИ», 2015. – 232 с.

УДК 004.031.6

## **УСТРОЙСТВО СВЕТОДИОДНОЙ ИНДИКАЦИИ ДЛЯ СИСТЕМЫ ГОРОДСКИХ СВЕТОФОРОВ**

**Акушко Юлиан Станиславович**

Донецкий национальный технический университет  
Донецк, Донецкая Народная Республика

### **Аннотация**

*Предлагается использование светодиодной индикации для оповещения водителей о приближении транспорта экстренных служб (кабета скорой помощи, автомобиль МЧС, полиция). В статье анализируется проблема безопасного проезда автомобилями экстренных служб перекрестков в городах и предлагаются варианты решения. Приведен пример устройства и аналоги, показан алгоритм взаимодействия водителя экстренной службы и устройства.*

**Ключевые слова:** транспорт, безопасность, светодиодная индикация, система городских светофоров.

## LED INDICATION DEVICE FOR CITY TRAFFIC LIGHT SYSTEM

**Akushko Iulian Stanislavovich**

Donetsk national technical university, Donetsk, Donetsk People's Republic

### **Abstract**

*It is proposed to use LED indication for alert driver's about approaching emergency vehicle's (ambulance, fire department, police). In the article analyzes problem of safe cross of the intersection in the cities by emergency vehicles and proposed solution's. Shows an example of device and analogues, driver and device interaction algorithm.*

**Keywords:** *transport, safety, LED indication, city traffic light system.*

### **Введение**

Компьютерная система — любое устройство или группа взаимосвязанных, или смежных устройств, одно или более из которых, действуя в соответствии с программой, осуществляет автоматизированную обработку данных. В наше время все больше задач автоматизируется с использованием компьютерных систем. Выполнение поставленной задачи на компьютере дает большую точность в вычислениях, гарантирует верный результат и исключает из процесса вычислений и обработки данных человеческий фактор.

Использование подобных систем на дорогах общего пользования позволило бы снизить аварийность и количество жертв ДТП. В современных городах наиболее опасным местом на дорогах считается перекресток. Перекресток – это место пересечения, примыкания или разветвления дорог на одном уровне, ограниченно воображаемыми линиями, соединяющими соответственно противоположные, наиболее удаленные от центра перекрестка начала закруглений проезжих частей[1]. Перекресток является опасным местом на дорогах любого города для всех участников движения. Согласно статистики ГИБДД РФ за 2010 год, процент ДТП, совершенных на перекрестках составляет 15%. И с каждым количеством аварий на дорогах растет. Не редкость участниками ДТП на перекрестке становятся машины экстренных служб. В пункте 3.2 Правил дорожного движения РФ 2018[2] года указано: «*При приближении транспортного средства с включенными проблесковым маячком синего цвета и специальным звуковым сигналом водители обязаны уступить дорогу для обеспечения беспрепятственного проезда указанного транспортного средства.*»

Но не все и не всегда участники дорожного движения придерживаются этого пункта правил.

### **Анализ проблемы и варианты решения**

Рассмотрим две ситуации, представленные на рисунках 1 и 2, типичные для больших городов.

Первая ситуация (рис.1): регулируемый перекресток, две полосы в каждом направлении. К перекрестку приближается автомобиль скорой медицинской помощи с включенным проблесковым маячком и звуковым сигналом. На зеленый сигнал светофора на перекресток уже выехали автомобиль и автобус, но заметив автомобиль скорой помощи прекратили дальнейшее движение. Едущий, по соседней полосе с автобусом, автомобиль, из-за своего расположения, не может видеть и определить с какой стороны приближается скорая помощь. Продолжая движение, автомобиль совершает столкновение с автомобилем скорой помощи.

Вторая ситуация (рис. 2): обычный регулируемый перекресток, на одном из направлений имеется дополнительная секция, которая позволяет совершать правый поворот при основном красном сигнале светофора. К перекрестку приближается автомобиль пожарной службы. Из-за расположенной за перекрестком остановки, на самом перекрестке образовался затор. Пожарная машина объезжает его по встречной полосе, это ей разрешено пунктом 3.2 ПДД РФ. Автомобиль совершает правый поворот на разрешающий сигнал дополнительный



Но существуют и некоторые минусы, например, светофоры на перекрестке не меняют свои сигналы, такая система лишь предупреждает водителей о приближающемся автомобиле и показывает его траекторию движения на перекрестке.



Рисунок 3 – Модель системы предупреждения водителей о приближении транспорта экстренных служб

#### **Алгоритм работы системы предупреждения водителей**

В каждом автомобиле имеется такое устройство, как указатель поворота. Эта простая на вид вещь, помогает предупредить остальных участников дорожного движение о последующем маневре. Указатель поворота построен на базе прерывателя сигналов, тем самым сигнал начинает мигать, привлекая дополнительное внимание. При приближении к перекрестку водитель экстренной службы включает указатель поворота, используя подрулевой переключатель (рис. 4). После совершения маневра указатель поворота выключается автоматически либо водителем.

После включения указателя поворота, переключатель взаимодействует с микровыключателем, и сигнал о его включении отправляется на блок обработки сигнала. В свою очередь этот блок кодирует сигнал и с помощью беспроводного передатчика отправляет его на перекресток.



Рисунок 4 – Подрулевой переключатель указателя поворотов

В итоге имеем следующий алгоритм работы системы:

- включение указателя поворота;
- получение данных с микровыключателя;
- обработка и отправка сигнала;
- прием и обработка сигнала на перекрестке;
- включение необходимых секций индикации;
- выключение индикации после проезда транспорта.

На перекрестке установлен блок приема сигнала, он принимает и декодирует сигнал. В зависимости от полученных данных включается требуемая индикация на перекрестке. Индикация представляет собой панель со светодиодными элементами (матрицами), которые соответствуют количеству и направлению пересекающихся дорог на перекрестке. Пример панели светодиодной индикации для 4-х стороннего перекрестка показан на рис. 5.

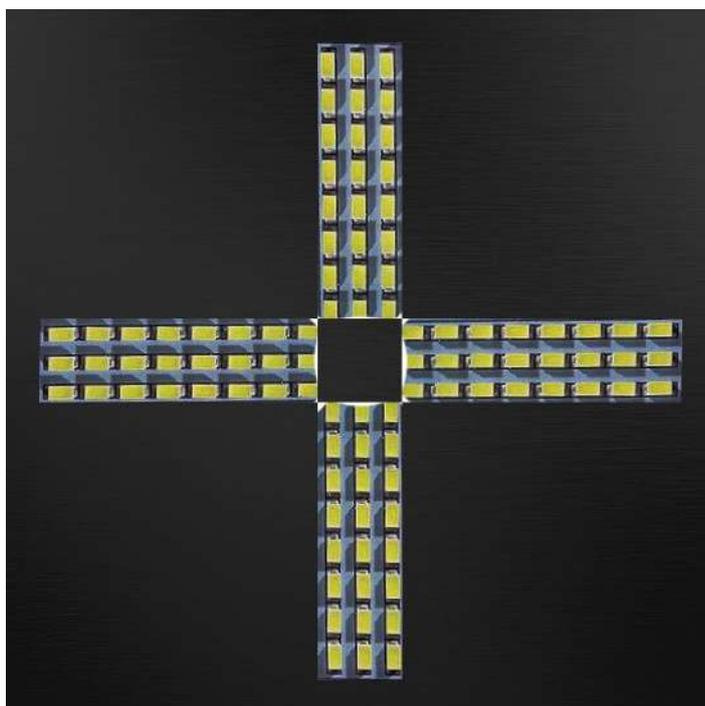


Рисунок 5 – Панель светодиодной индикации для 4-х стороннего перекрестка

Для более длительного срока эксплуатации и низкого энергопотребления предлагается использовать именно светодиодные элементы. Панель может быть установлена рядом со светофором, с дорогой или над проезжей частью.

#### **Выводы**

Предложенная светодиодная индикация для оповещения водителей о приближении транспорта экстренных служб (карьеты скорой помощи, автомобилей МЧС, полиции) позволит беспрепятственно, а главное, безопасно для всех участников движения, проезжать перекрестки, тем самым сокращая время прибытия по адресу и спасая жизни людей.

#### **Литература**

1. Термин “Перекресток” – комментарий ПДД [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ruspdd.ru/commentpdd/199-1-2-perekrestok/>. – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 12.11.2018).

2. ПДД РФ 2018 утверждены Постановлением Совета Министров - Правительства РФ № 1423 от 23.10.1993 г. содержит все последние изменения в ПДД от 4.12.2018, которые вступают в силу с 21 декабря 2018 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://xn----6kccsaeczsgoedln8v.xn--p1ai/%D0%BF%D0%B4%D0%B4/>. – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 25.02.2019).

УДК 004.5

## УДАЛЕННОЕ УПРАВЛЕНИЕ СИСТЕМОЙ «УМНЫЙ ДОМ» С ПЕРЕНОСНОГО КОМПЬЮТЕРНОГО УСТРОЙСТВА

**Корж Илья Владимирович, Белецкий Олег Владимирович**

Донецкий национальный технический университет,  
г. Донецк, Донецкая народная республика

### *Аннотация*

*Рассмотрен вопрос актуальности системы на сегодняшний день. Выполнен анализ архитектуры системы. Выбрана интегрированная среда разработки.*

**Ключевые слова:** умный дом, контроллер Arduino, удаленное управление.

## REMOTE CONTROL OF THE SMART HOUSE SYSTEM FROM A PORTABLE COM- PUTER DEVICE

**Korzh Ilya Vladimirovich, Beletsky Oleg Vladimirovich**

Donetsk national technical university,  
Donetsk, Donetsk People's Republic

### *Abstract*

*The relevance of the system today is considered. System architecture is analyzed. Choosing an integrated development environment is done.*

**Keywords:** The Smart House, controller Arduino, remote control.

### **Введение**

Человечество постоянно развивается, а вместе с ним и изобретения выходят на новый уровень. Не так давно оно сделало невообразимый шаг в будущее, открыв миру переменный ток. И это изобретение определило перспективу развития технологий на ближайшее будущее. С того момента стала стремительно развиваться электротехническая промышленность.

Огромную актуальность обрели изобретения, созданные с целью сделать рутинную жизнь человека проще и сэкономить огромное количество времени. Изобретением именно такого рода является система «Умный дом», которая первоначально появилась в США. Официальной датой рождения «умного дома» принято считать 1978 год. Система предоставляет пользователю возможность не только управлять домом удаленно, но и запрограммировать плановое включение или отключение необходимого устройства.

### **Актуальность системы «Умный дом»**

На сегодняшний день система «умный дом» является достаточно популярной, хотя и довольно дорогостоящей, вследствие чего приобрести её могут далеко не все желающие. Её используют как в бытовых, так и в промышленных целях: от автоматизации некоторых процессов в собственном доме до дистанционного управления масштабными объектами вроде офисов или парковок.

В основной функционал данной системы входит:

- управление освещением;
- климат-контроль;
- управление системами видеонаблюдения и безопасности;
- управление электроприборами;
- управление аудио- и видеоаппаратурой;

- имитация присутствия хозяев;
- установка в режим экономии электроэнергии.

Существует и множество других функций «умного дома», их количество зависит лишь от финансовых возможностей владельца.

#### Анализ архитектуры системы

«Умный дом» представляет собой сложную систему, состоящую из множества устройств, управляемых с помощью одного контроллера с большим функционалом и высокой производительностью, который является центром управления всей системой. Данный контроллер оснащен собственной операционной системой и зачастую имеет встроенный GSM-модуль, а также экран с интерфейсом. Такая система называется централизованной (рис. 1). Принцип её работы заключается в удобном управлении с помощью единого контроллера. Пользователь может получить необходимую информацию с датчиков и далее отправить необходимый сигнал подконтрольным устройствам. Таким образом, все сигналы проходят непосредственно через центральный контроллер.

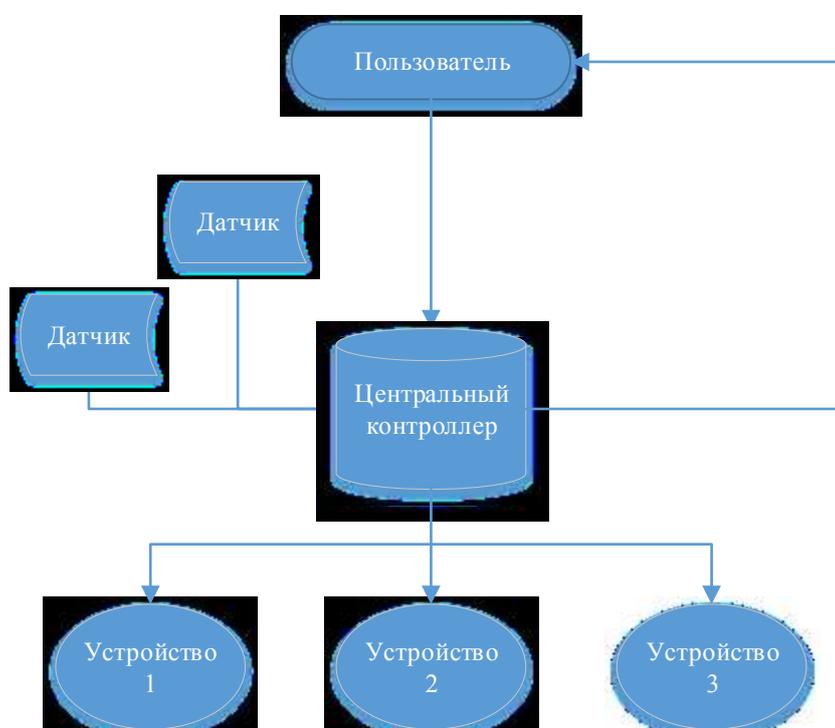


Рисунок 1 – Централизованная система управления

Данный тип архитектуры имеет ряд достоинств: единый интерфейс; возможность создавать сложные сценарии; возможность подключения практически любого оборудования;

В качестве недостатков выступает лишь высокая стоимость. Также в случае неисправности главного контроллера и необходимости его перепрограммировать, сделать это будет достаточно затруднительно.

В качестве альтернативы существует децентрализованная система (рис. 2), где единого управляющего контроллера нет. Данный тип системы характеризуется множеством менее функциональных контроллеров, отвечающих за отдельные устройства, и имеющих более слабый процессор.

В результате, каждый контроллер отвечает за определенное устройство. Плюсом является высокая надежность системы, ведь при выходе одного из контроллеров из строя, система продолжает функционировать. Высокая популярность относительно централизованной системы обусловлена широким спектром подключаемого оборудования, а также большим

выбором управляющих панелей. Единственным недостатком является большое количество устройств в электросети.

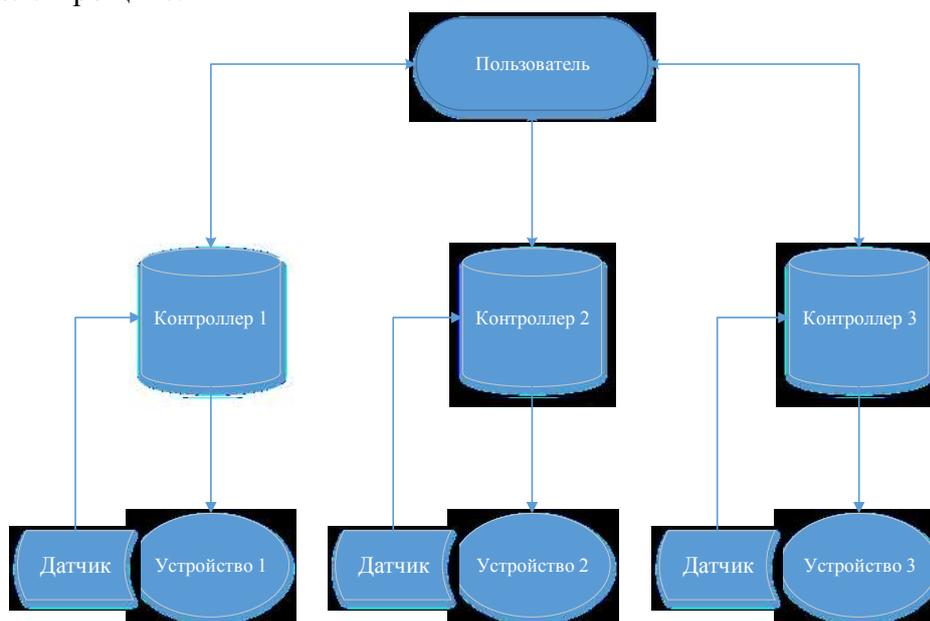


Рисунок 2 – Децентрализованная система управления

### **Выбор среды для разработки мобильного приложения.**

Одной из самых популярных IDE (Integrated Development Environment) для разработки приложений под Android на сегодняшний день является Android Studio от компании Google [1]. Данная среда разработки доступна для операционных систем Windows, Mac и Linux. Обладает приятным интерфейсом и большим набором функций, а текущие изменения в разметке можно наблюдать в конструкторе интерфейсов (рис. 3). На сегодняшний день среда поддерживает три официальных языка программирования: Kotlin, Java и C++. При постоянной синхронизации проекта с Gradle существенно замедляется компиляция проектов, что является неприятным фактом [2].

Ещё одной интегрированной средой разработки приложений под Android и iOS является Xamarin (рис. 4), с 2016 года представляемая компанией Microsoft.

Данная SDK включена в состав IDE Visual Studio и доступна в качестве бесплатного инструмента. Xamarin основан на использовании языка C# и .NET библиотек [3]. Данная среда разработки позволяет создавать кроссплатформенные приложения под Android, iOS и Windows 10, используя единый код для всех трёх платформ, следовательно, определение интерфейса и логики происходит единожды и не требует изменения в коде для работоспособности. Помимо этого, существует возможность использовать сторонние библиотеки. В Xamarin присутствуют собственные компиляторы под Android и iOS. Эмулятор мобильного устройства позволяет тестировать приложение по мере его создания, что убирает необходимость каждый раз загружать apk-файл на свой гаджет. Исходя из особенностей данной IDE, была выбрана именно среда Xamarin Studio.

### **Выводы**

Был проведен анализ двух типов архитектуры системы: централизованной и децентрализованной, в результате которого централизованная система оказалась предпочтительнее. Также, исходя из особенностей работы рассмотренных IDE, будет использоваться Xamarin Studio в качестве среды разработки мобильного приложения для управления системой «умный дом».

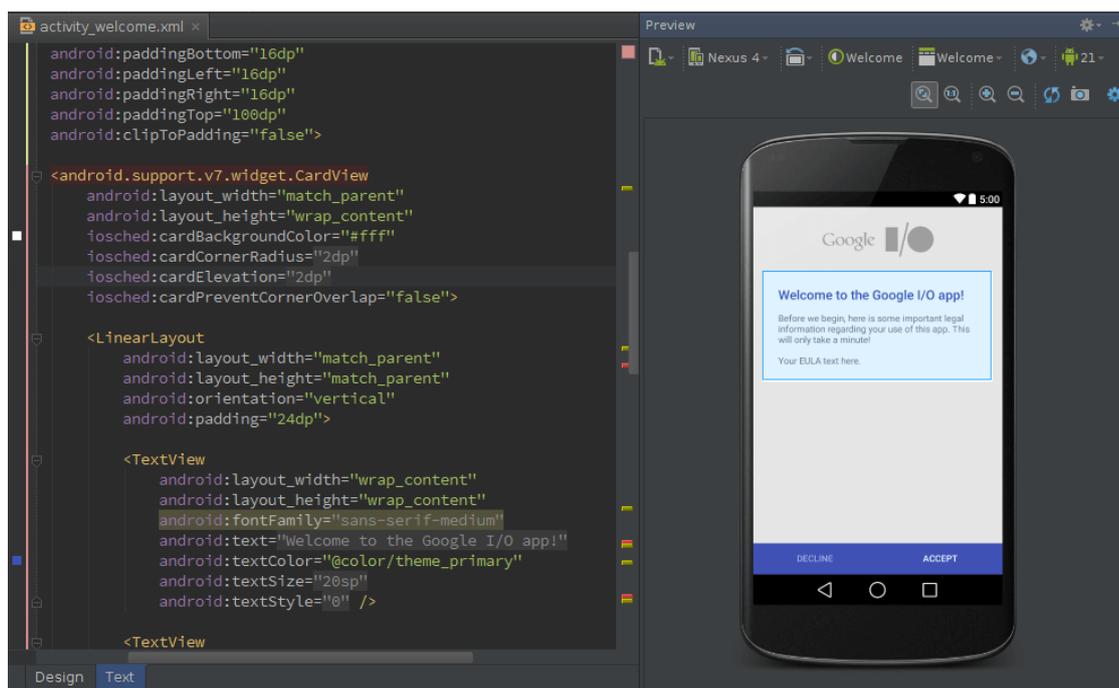


Рисунок 3 – интерфейс IDE Android Studio

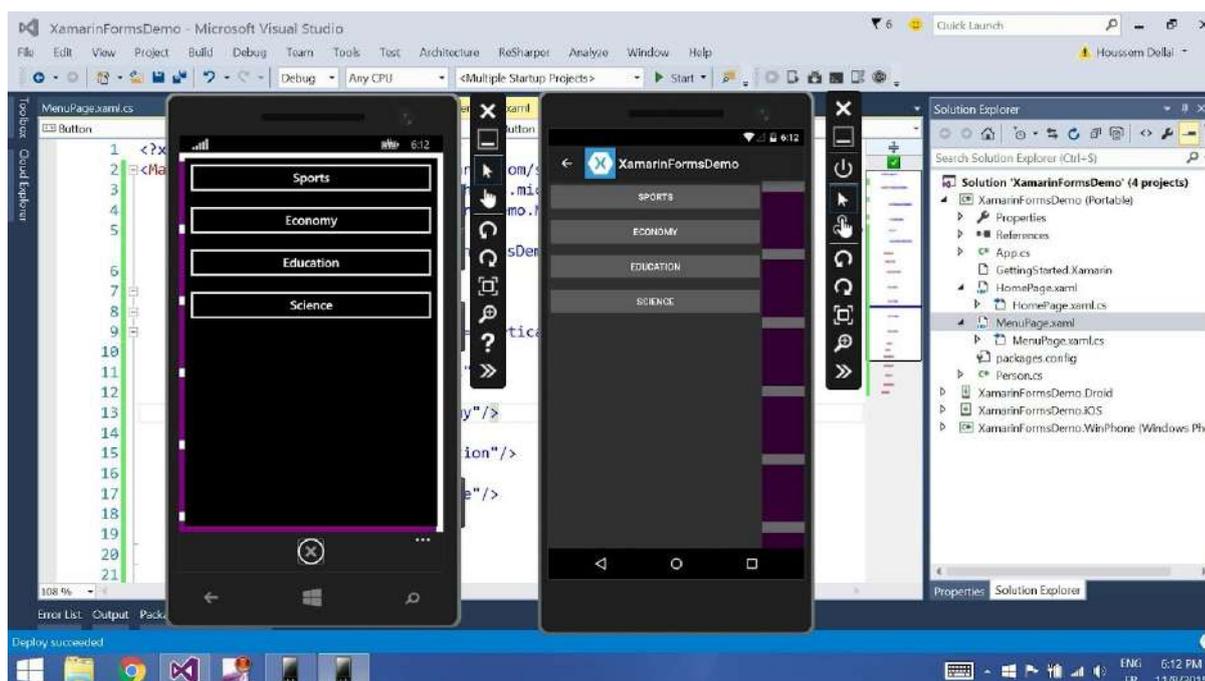


Рисунок 4 – Интерфейс Xamarin для Visual Studio

### Литература

1. Хорстманн К. Java. Библиотека профессионала. - Вильямс, 2017. 866 с.
2. Дейтел П. Android для разработчиков / П. Дейтел, Х. Дейтел, Э. Дейтел. – СПб.: Питер, 2015. 512 с.
3. Ахо А. Компиляторы. Принципы, технологии и инструментарий / А. Ахо, М. Лам, Д.Ульман. - Вильямс, 2016. 1185 с.

УДК 681.586.48

## АНАЛИЗ И ПРИНЦИП РАБОТЫ ДАТЧИКА ТЕМПЕРАТУРЫ И ВЛАЖНОСТИ DHT11

**Николаенко Денис Владимирович, Струнилин Владимир Николаевич,  
Евтушенко Олег Владимирович**

Донецкий национальный технический университет,  
Донецк, Донецкая народная республика.

### **Аннотация**

*Анализ характеристик и принципа функционирования датчика DHT11. Применение датчиков температуры и влажности. Схема подключения к Arduino.*

**Ключевые слова:** *Arduino, DHT11, датчик температуры и влажности.*

## ANALYSIS AND OPERATION OF THE TEMPERATURE AND HUMIDITY SENSOR DHT11.

**Nikolaenko Denis Vladimirovich, Strunilin Vladimir Nikolaevich,  
Evtushenko Oleg Vladimirovich**

Donetsk National Technical University,  
Donetsk, Donetsk People's Republic.

### **Abstract**

*Analysis of the characteristics and principle of the DHT11. Application of temperature and humidity sensors. Connection diagram to Arduino.*

**Keywords:** *Arduino, DHT11, temperature and humidity module.*

### **Введение**

Применение датчиков температуры и влажности охватывает большинство сфер производства, где температура и влажность оказывает влияние на качество работы, которая требует напряженного контроля. К основным таким сферам производства относятся следующие:

- топливная промышленность;
- металлургическая промышленность;
- машиностроение;
- транспортная отрасль;
- сельское хозяйство.

В каждой сфере используется определенная разновидность датчиков температуры и влажности, каждая из которых отличается своими особенностями и адаптацией к ним. К примеру, любое транспортное средство имеет в себе массу механических, электромеханических и электронных составляющих, оптимальная работа которых должна осуществляться независимо от внешних условий, для этого используются датчики, которые фиксируют температуру, давление воздуха и др. Также для большинства технологических процессов необходимо поддерживать определенный микроклимат, для этого используют датчики влажности. Помимо этого, эти датчики используют для регулировки сухости воздуха в помещении, а также для измерения насыщения почвы водой. Из-за того, что влагосодержание зависит от температуры, т.е. чем выше температура, тем выше содержание воды в том же объеме газа, в датчики влажности включают датчик температуры.

### **Выбор и анализ объекта исследования**

По принципу работы датчики температуры и влажности можно разделить на следующие:

1. Емкостный – датчик с диэлектриком, свойства которого изменяются в зависимости от количества водяных паров в нём.
2. Резистивный – датчик, основой которого является изменения сопротивления, из-за количества влаги в нём.
3. Термисторный – датчик с парой однотипных термисторов, сопротивление которых прямо пропорционально температуре. Термисторы связаны по мостовой схеме, на одну диагональ подается питание, с другой получают значения влажности.
4. Оптический – самый точный датчик, в котором влажность фиксируется с помощью термина «точка росы».

В данной работе будет рассматриваться сенсор с емкостным датчиком и процесс сорбции в нем.

### Общая характеристика датчика температуры и влажности DHT11

Сенсор DHT11 является цифровым датчиком, который содержит терморезистор и емкостный датчик влажности, предназначенные для измерения температуры и относительной влажности воздуха соответственно. Он включает в себя аналого-цифровой преобразователь для преобразования зафиксированных показателей влажности и температуры. Данный датчик не отличается высокой точностью, однако он несложен и отлично подходит для проверки температуры и влажности, к примеру в помещении. [1]

Схема подключения цифрового датчика температуры и влажности DHT11 к Arduino приведена на рисунке 1.

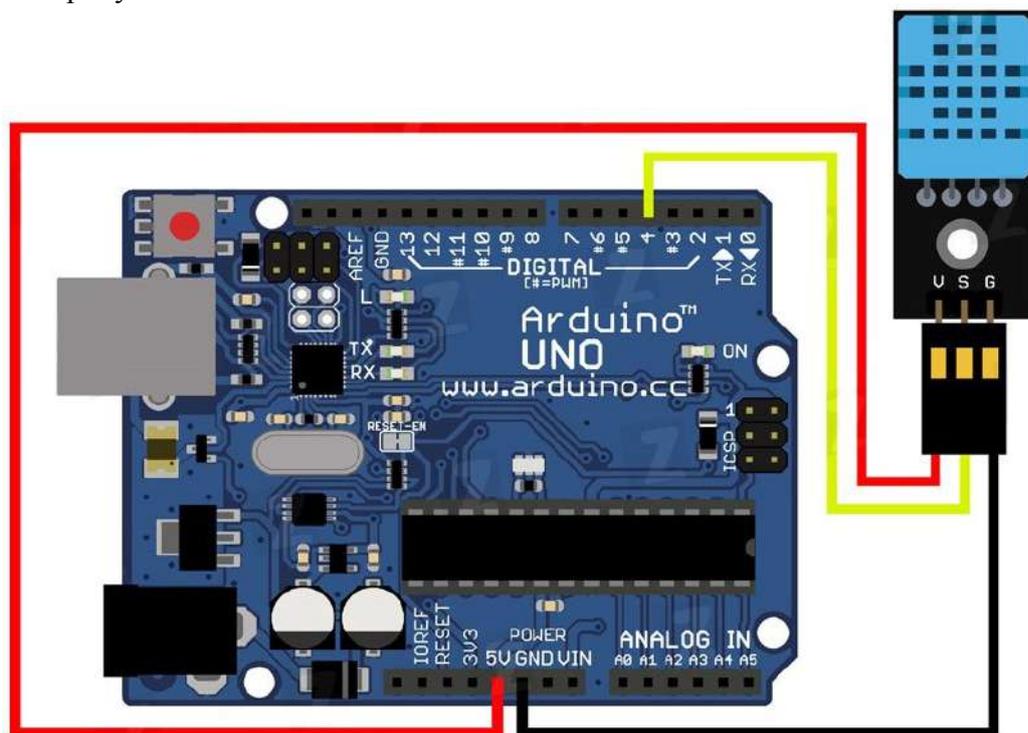


Рисунок 1 – Схема подключения цифрового датчика температуры и влажности DHT11 к Arduino

Описание контактов: G – Подключается к выводу GND; V – Подключается к выводу +5V; S – Подключается к цифровому выводу.

### Основные характеристики датчика DHT11:

1. В режиме измерения значения тока находится в диапазоне от 0.5 до 2.5 мА;
2. В режиме ожидания ток равен 0.15 мА;
3. Частота запроса не более одного раза в 1 с;

4. Максимальная длина экранированной линии связи 20 м;
5. Погрешность для фиксирования значений влажности при температуре до 25 °С будет равна 4%, а при температуре от 25 до 50 °С – 5%;
6. Диапазон относительной влажности при температуре:  
0 °С равен от 30 до 90 %;  
25 °С равен от 20 до 90 %;  
50 °С равен от 20 до 80 %;
7. Максимальное время ответа датчика равно 15 с;
8. Гистерезис приблизительно равен 1 %.

#### **Принцип действия датчика DHT11:**

Сенсор DHT11 содержит цифровой сигнал. И температура, и влажность передаются по одному сигнальному проводу (S). Сенсор взаимодействует с Arduino по персональной шине. Связь двунаправленная и описать её можно следующим образом:

1. Микроконтроллер отправляет запрос о необходимости получить значения, это осуществляется с помощью установки сигнального провода сначала в ноль, а через некоторое время в единицу. В свою очередь сенсор должен подтвердить отправление значений, это осуществляется аналогично образом, сигнальный провод сначала устанавливается в ноль, а через некоторое время в единицу.

2. Далее сенсор отправляет вектор из нулей и единиц, последовательно создавая пять байтов, то есть сорок бит. В первых 16 битах будет находиться значение температуры, в вторых 16 битах – влажности и в последних 8 битах – контрольной суммы для проверки отсутствия ошибок при считывании.

Данный сенсор осуществляет измерения только по запросу и за счет этого достигается рациональное использование энергии: пока запроса на получение значений нет, сенсор потребляет очень малый ток [2].

#### **Выводы**

Был проанализирован датчик температуры и влажности DHT11. Была построена схема подключения к среде Arduino. А также построена математическая модель и исследована зависимость изменения емкости влагочувствительных элементов с разной основой.

#### **Литература**

1. Иго, Том Arduino, датчики и сети для связи устройств / Том Иго. - М.: БХВ-Петербург, 2011 544 с.
2. Кашкаров, А. П. Датчики в электронных схемах. От простого к сложному / А.П. Кашкаров. - М.: ДМК Пресс, 2013 200 с.

УДК 681.586.48

### **ПОСТРОЕНИЕ ПРОГРАММНОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ ТЕМПЕРАТУРЫ DS18B20**

**Николаенко Денис Владимирович, Струнилин Владимир Николаевич,  
Симак Андрей Сергеевич**

Донецкий национальный технический университет,  
Донецк, Донецкая народная республика

#### **Аннотация**

*Анализ характеристик, особенностей и принципа функционирования датчика DS18B20. Формула, описывающая зависимость погрешности от температуры. Построение программной модели с помощью ООП.*

**Ключевые слова:** *Arduino, DS18B20, датчик температуры, программно-имитационная модель DS18B20.*

## **DS18B20 TEMPERATURE SYSTEM PROGRAM MODEL CONSTRUCTION**

**Nikolaenko Denis Vladimirovich, Strunilin Vladimir Nikolaevich,  
Simak Andrey Sergeevich**  
Donetsk National Technical University,  
Donetsk, Donetsk People's Republic

### **Abstract**

*Analysis of the characteristics, features and principle of operation of the DS18B20 sensor. The formula describing the dependence of the error on temperature. Building a software model using OOP.*

**Keywords:** *Arduino, DS18B20, temperature sensor, software simulation model DS18B20.*

### **Введение**

В современном мире мобильные компьютерные системы занимают важную роль в обеспечении работы интеллектуальных устройств.

Современные технологии позволяют разрабатывать устройства, обладающие следующими характеристиками:

- высокая производительность;
- низкое энергопотребление;
- мобильность.

Такие устройства не минули и автомобильную промышленность. Система для контроля дистанции между автомобилем и окружающими объектами приводит к снижению ДТП на дороге, автоматизированный кондиционер поддержит оптимальную температуру в салоне автомобиля, а устройство навигации поможет найти самый рациональный маршрут до той или иной точки на карте.

Все это обеспечивает безопасность, удобство эксплуатации и комфорт, обеспечивающийся за счет упрощения и автоматизации управления.

Актуальной задачей является исследование мобильных компьютерных систем для проектирования и построения автоматизированных устройств.

По статистике, около 40% всех ДТП в зимнее время вызвано гололедом и снегопадом. Гололедица – это тонкий слой льда на поверхности земли, образующийся после оттепели или дождя в результате похолодания, а также замерзания мокрого снега и капель дождя. С целью фиксирования подобных событий и предупреждения водителя о возможном возникновении внештатной ситуации, оказывающей влияние на траекторию движения, необходима мобильная система, способная получить, запомнить и проанализировать данные об окружающей среде.

Для построения системы необходимо провести исследование датчика температуры DS18B20. Он обладает массой преимуществ по сравнению с другими устройствами измерения температуры, одним из которых является очень маленькая погрешность при относительно большом диапазоне измерения температуры. Также исследуемый датчик совместим с большинством аппаратных вычислительных платформ, в том числе с контроллерами от фирм Arduino и Raspberry Pi.

Этот датчик также послужит для оптимизации работы других датчиков, например, датчика приближения, точность которого зависит от изменения температуры.

### **Построение математической модели мобильной системы**

Датчик позволяет измерять температуру в диапазоне от  $-55^{\circ}\text{C}$  до  $+125^{\circ}\text{C}$ . Сигнал, полученный с прибора, не нуждается в специальном преобразовании, так как уже является цифровым кодом замеренной температуры.

Как пояснялось ранее, погрешность замеров температуры для диапазона от  $-10^{\circ}\text{C}$  до  $+85^{\circ}\text{C}$  не превышает  $0.5^{\circ}\text{C}$ .

С целью исследования зависимости погрешности от температуры были проведены замеры при температурах в диапазоне от  $0^{\circ}\text{C}$  до  $70^{\circ}\text{C}$  с промежуточными расчетами ошибок измерений и произведено сравнение результатов с ожидаемыми ошибками соответствующих температур. Результаты исследований представлены в Таблице 1.

Таблица 1 Зависимость погрешности от температуры

t (°C)	+3s Ошибка	Ожидаемая ошибка	-3s Ошибка
0	0.27	-0.15	-0.45
10	0.1	-0.18	-0.46
20	0.07	-0.2	-0.45
30	0.05	-0.18	-0.41
40	0.1	-0.14	-0.39
50	0.18	-0.07	-0.32
60	0.3	0.02	-0.26
70	0.45	0.15	-0.16

На рис. 1 приведена диаграмма зависимости погрешности температуры  $\Delta t$  (°C) от температуры  $t$  (°C) и проведена линия трендов.

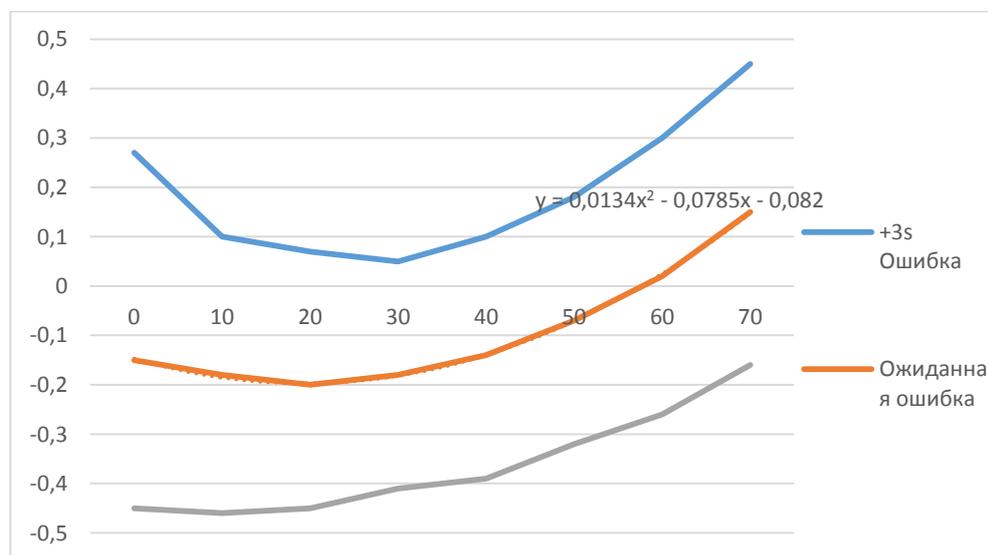


Рисунок 1 – Зависимость погрешности от температуры

Используя аппроксимацию функции построенного графика получим формулу, описывающую зависимость погрешности температуры  $\Delta t$  (°C) от температуры  $t$  °C :

$$\Delta t = 0.0134 * t^2 - 0.0785 * t - 0.082.$$

#### Проверка адекватности модели

С целью проверки рассмотренной математической модели на адекватность были проведены исследования, заключающиеся в нахождении погрешности при сравнении расчетных показаний с экспериментальными. Результаты исследований представлены в Таблице 2.

Таблица 2 Расчётные и экспериментальные зависимости

$t_{расч}, ^\circ C$	$t_{эксп}, ^\circ C$	$\Delta t$
-10	-9.4	0.6
-9	-9.55	-0.55
-8	-7.46	0.54
-7	-6.5	0.5
-6	-6.49	-0.49
-5	-5.46	-0.46
-4	-3.57	0.43
-3	-2.6	0.4
-2	-1.61	0.39
-1	-1.4	-0.4
0	0.38	0.38
1	1.35	0.35
2	1.69	-0.31
3	2.7	-0.3
4	4.32	0.32
5	5.3	0.3
6	5.67	-0.33
7	7.29	0.29
8	8.28	0.28
9	8.69	-0.31
10	10.33	0.33

Исходя из погрешностей, полученных в ходе испытаний, произведена оценка адекватности математической модели, в соответствии с которой в модель мобильной системы внесены определенные характеристики и параметры, учитывающие неточности показаний датчика.

#### **Объектный анализ мобильной системы с использованием UML**

В работе [1] обоснован выбор объектно-ориентированного подхода (ООП) для построения программной модели интеллектуальной системы. Объектно-ориентированный подход опирается на такие понятия, как полиморфизм, наследование, абстракция и события. ООП обеспечивает гибкость архитектуры модели ввиду того, что вся система представляет собой набор совокупностей класс-объект. В модели мобильной системы могут быть как динамические, так и статические отношения между объектами, описание которых – одно из главных преимуществ объектно-ориентированного подхода.

Одним из методов ООП является графическое моделирование с помощью UML-диаграмм. Они позволяют наглядно представить систему в виде объектов и функционала для взаимодействия с ними и с самой системой. Для реализации этих целей самым подходящим вариантом является диаграмма использования (Use Case Diagram). Она включает в себя 2 типа сущностей: действующее лицо – актер и варианты использования – функциональная часть системы и взаимодействия с ней.

Составим UML-диаграмму, наглядно демонстрирующую взаимодействие с исследуемым устройством. UML-диаграмма продемонстрирована на рис. 2.

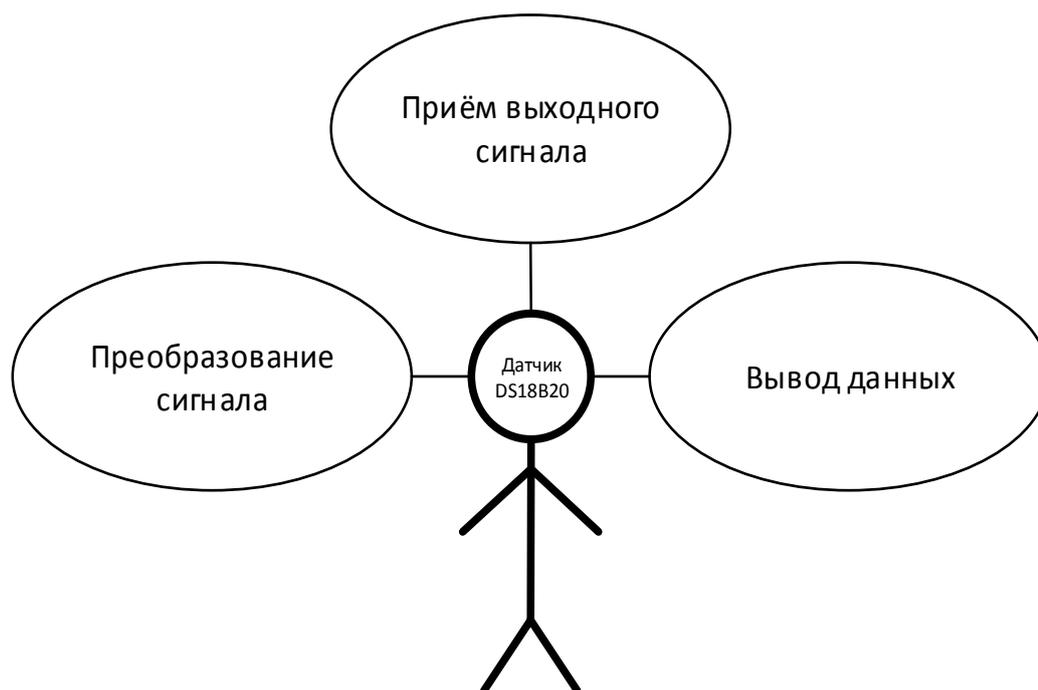


Рисунок 2 – Диаграмма взаимодействия датчика температуры DS18B20 с исследуемым устройством

В роли актера будет выступать датчик температуры DS18B20. В функциональную часть UML диаграммы входят методы:

- приём выходного сигнала;
- преобразование сигнала;
- вывод данных.

#### **Разработка программно-имитационной модели**

Для программной реализации моделирования работы исследуемого датчика выбран язык программирования C#. Данный язык программирования является объектно-ориентированным, относится к Си-подобным языкам, что несет за собой простоту написания и читаемости программного кода. Также C# поддерживает инкапсуляцию, наследование и полиморфизм.

Опираясь на то, что проверка работы датчика должна проводиться в мобильной системе, необходимо реализовать имитацию работы всей системы. Так как в системе может находиться неограниченное количество датчиков, схожих по параметрам или принципам работы, нет надобности создавать отдельный класс для каждого устройства. Необходимо лишь создать абстрактный класс, включающий параметры и методы, присущие всем датчикам. Затем, для реализации отдельных датчиков, достаточно наследовать классами датчиков ранее созданный абстрактный класс и добавлять поля и переопределять методы соответственно датчику, который реализует класс.

Программная реализация класса для имитации модели работы датчика DS18B20 на языке программирования C# представлена на рисунке 3:

```
using System;
using Sensor;

namespace DS18B20
{
    class DS18B20:Analog_Sensor
    {
        /// <param name="M">Единицы измерения</param>
        public string M = "°C";
        /// <param name="MI">Максимальное измеряемое значение</param>
        public int MI = 125;
        /// <param name="MX">Минимальное измеряемое значение</param>
        public int MX = -55;
        /// <param name="MO">Модель датчика</param>
        public string MO = "DS18B20";
        /// <param name="R">Частота опроса</param>
        public float R = 0.75F;
        public string Measurement_value { get; }
        public int Minimum_value { get; }
        public int Maximum_value { get; }
        public string Model { get; }
        public float Rate_of_change_of_values { get; set; }
        public DS18B20(string M, int MI, int MX, string MO, float R, bool P) : base(M,
MI, MX, MO, R, P)
        {
            Measurement_value = M;
            Minimum_value = MI;
            Maximum_value = MX;
            Model = MO;
            Rate_of_change_of_values = R;
        }
        public override float Mathematical_model(float T, float delta, bool P = true)
        {
            // t - заданная температура
            float t = T;
            // расчет фактической температуры
            return t = T + delta;
        }
    }
}
```

Рисунок 3 – Программная реализация класса

Класс DS18B20, представляющий имитацию работы датчика DS18B20 является наследником абстрактного класса Analog\_Sensor. Он включает все необходимые для полного функционирования поля, свойства и методы. Наглядное представление класса представлено на диаграмме классов (рис. 4).

Класс содержит следующие поля:

- M – единицы измерения
- MI – максимальное измеряемое значение
- MX – минимальное измеряемое значение
- MO – модель датчика
- R – частота опроса датчика мобильной системой

Метод DS18B20 является конструктором класса и реализует инициацию параметров, общих с другими датчиками.

Метод Mathematical\_model переопределяет унаследованный метод абстрактного класса Analog\_Sensor и реализует имитацию работы датчика.

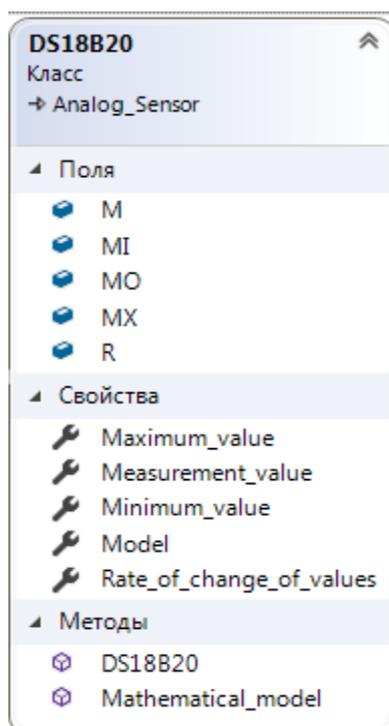


Рисунок 4 – Диаграмма классов

### Выводы

Был проанализирован датчик температуры DS18B20. Были исследованы принципы его работы, основные характеристики и преимущества. Исследована зависимость погрешности от температуры, а также разработана программно-имитационная модель датчика.

### Литература

1. Николаенко, Д. В., Плешкова О. А. Объектная модель интеллектуальной системы управления транспортом // Современные тенденции развития и перспективы внедрения инновационных технологий в машиностроении, образовании и экономике: материалы II Международной научно-практической конференции. – Ростов–на–Дону: ДГТУ, С. 10–14.

УДК 004.056.55 : 004.627 : 004.932.2

## ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ЦИФРОВОЙ СТЕГАНОГРАФИИ ДЛЯ МАРКИРОВКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ЦИФРОВЫМИ ВОДЯНЫМИ ЗНАКАМИ

**Завадская Татьяна Владимировна, Крахмаль Мария Вячеславовна**

Донецкий национальный технический университет,  
Донецк, Донецкая Народная Республика

### Аннотация

*В данной работе проанализированы методы цифровой стеганографии, определены их особенности, достоинства и недостатки. Рассмотрена задача внедрения водяных знаков в информационный объект с целью контроля его использования. Приведена математическая модель и схема внедрения алгоритмов. Показаны алгоритмы реализации предложенных методов. Выполнены экспериментальные исследования стойкости встраиваемого цифрового водяного знака для методов замены наименее значащих бит изображения и метода Куттера-Джордана-Боссена.*

**Ключевые слова:** цифровой водяной знак, стеганография, защита информации, обработка изображений.

## RESEARCH OF DIGITAL STEGANOGRAPHY METHODS TO MARK DIGITAL WATERMARKS IN AN IMAGE

Zavadskaya Tatiana Vladimirovna, Krakhmal Maria Vyacheslavovna

Donetsk National Technical University,  
Donetsk, Donetsk People's Republic

### **Abstract**

*The digital steganography methods, identified their features, advantages and disadvantages are analyzed in the work. A problem of embedding digital watermarks in information object to control the use was considered. The mathematical model and scheme for the implementation of algorithms is shown. The algorithms to implement the techniques proposed were demonstrated. Numerical experiments are performed to demonstrate robustness of the proposed watermarking scheme for methods based on the replacement of the least significant bits of the image and Cutter-Jordan-Bossens method.*

**Keywords:** digital watermarking, steganography, information security, image processing.

### **Введение**

В настоящее время, в связи с развитием цифровых технологий, широко применяются стеганографические методы для внедрения скрытой информации в мультимедийные файлы. Для внедрения используется цифровой водяной знак (ЦВЗ) – скрытно внедряемая метка, с помощью которой можно осуществлять контроль использования различных файлов с целью защиты авторских прав на продукцию [1].

При маркировке продукта и загрузке в сеть, цифровые изображения проходят изменения, при помощи сжатия по определенным методам для уменьшения размера файла. Применяется сжатие с потерями, при котором распакованные данные имеют отличия от исходных, но уровень отличия не является значительным для дальнейшего применения. По этой причине необходимо предусмотреть, чтобы ЦВЗ был устойчив к подобным изменениям.

Основными областями применения ЦВЗ являются [1]:

- защита от копирования (контроль за тиражированием, электронная коммерция);
- аутентификация информации (видеонаблюдения и голосовой почты);
- скрытая аннотация документов (медицинские снимки, картография);
- скрытая связь (применение в военных и разведывательных целях).

В данной работе рассматриваются методы внедрения ЦВЗ в наименее значащие биты (Least Significant Bit – LSB) и метод Куттера-Джордана-Боссена (КДБ). Представленные методы имеют достаточно эффективный алгоритм внедрения ЦВЗ в графические изображения с последующим их извлечением.

### **Постановка задачи**

Эффективность любого стеганографического метода определяется тремя главными параметрами: устойчивость к атакам и различным помехам, гарантия надежности встраивания и определяющая величина скрытия [2].

На сегодняшний день широко используется метод LSB из-за его простой реализации и значительной пропускной способности, но также имеется один недостаток – данный метод чувствителен к атакам высокой степени и не устойчив к геометрическим преобразованиям. Метод КДБ базируется на использовании одной из особенностей зрительной системы человека, которая в наименьшей степени восприимчива к изменению яркости синего цвета.

Целью работы является модификация метода LSB путем добавления шума в изображение и метода КДБ на основе трех составляющих цвета.

Для достижения цели в работе решаются следующие задачи:

- 1) разработка структурной схемы работы алгоритмов;
- 2) выбор математического аппарата;
- 3) обеспечение эффективного кодирования ЦВЗ;
- 4) тестирование методов.

### Обзор и анализ алгоритмов встраивания ЦВЗ в изображения

В табл.1 показаны наиболее популярные методы встраивания ЦВЗ в различные области изображения. Данные алгоритмы отличаются друг от друга поддиапазонами встраивания и типом применяемого ЦВЗ.

Таблица 1 – Обзор алгоритмов нанесения ЦВЗ

Название метода	ЦВЗ	Достоинства	Недостатки
Метод замены наименее значащего бита	Битовая строка	Быстрота, возможность записи большого объема информации	Чувствительность к атакам
Метод блочного скрывания	Битовая строка	Модификация пикселя изображения, изменение которого приводит к минимальному изменению	Неэффективен при большом объеме информации, чувствительность к искажениям
Метод относительной замены величин коэффициентов ДКП (метод Коха и Жао)	Последовательность чисел {0,1}	Стойкость к сжатию	Визуальное ухудшение качества изображения
Метод Куттера-Джордана-Боссена	Битовая строка	Устойчивость к НЧ фильтрации, к обрезанию краев изображения и к сжатию	Небольшая вероятность ошибки при извлечении ЦВЗ
Метод Фридриха	Последовательность чисел {-1,1}	Устойчивость к атакам	Сложность извлечения ЦВЗ
Метод квантования изображения	Последовательность псевдослучайных чисел	Устойчивость к сжатию	Обязательное условие – наличие ключа

Из рассмотренных алгоритмов наиболее подходят те, которые обладают высокой стойкостью к внешним воздействиям и не требуют для извлечения ЦВЗ исходного изображения-контейнера. Также важным параметром является встраивание ЦВЗ с помощью битовой строки, благодаря которой можно сократить количество выполняемых операций и значительно повысить процесс внедрения и извлечения.

### Разработка математической модели внедрения водяных знаков

Внедрение ЦВЗ в изображение происходит на основе изменения яркости пикселей LSB контейнера. Элементы матрицы, отвечающие за яркость, принимают значения 0,1, ..., 255. Контейнер представляет собой RGB изображение, а встраиваемый водяной знак – полутоновое.

Яркость любого пикселя является целым числом больше 0, которое можно представить по формуле (1):

$$f(x,y) = b_1(x,y) + 2b_2(x,y) + \dots + 2^{k-1}b_k(x,y), \quad (1)$$

где  $b_i$  – элементы матрицы, принимают значение {0,1},  
 $k$  – битовая плоскость,  $k = 1 \dots 8$ .

Наименее значащим битом является младший бит  $b_1$ . При изменении данного бита на одну единицу, яркость изменится также на одну единицу, а при изменении старшего бита – изменение достигнет 128 бит. Набор из 8 битовых плоскостей (биты одного разряда) образует полутоновое изображение.

Младшие битовые плоскости содержат в себе минимальную информацию, а основные детали изображения проявляются после 4 битовой плоскости. Исходя из этого, младшие биты подходят для нанесения ЦВЗ. На рис.1 показан алгоритм внедрения ЦВЗ методом LSB.

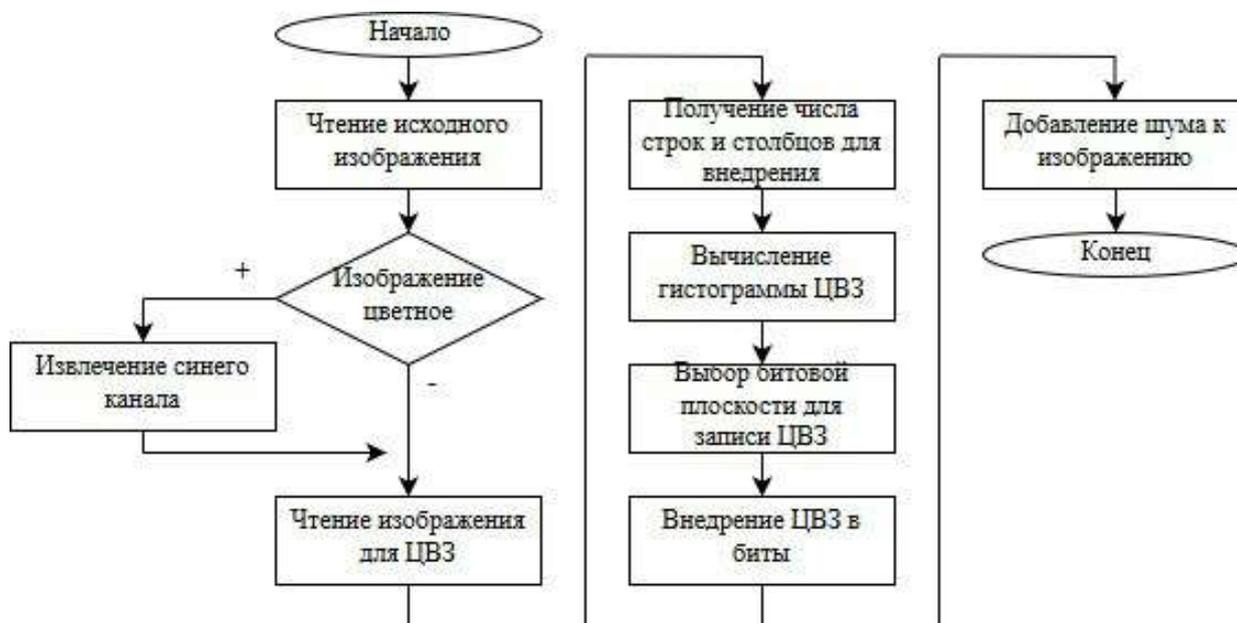


Рисунок 1 – Блок-схема алгоритма встраивания ЦВЗ методом LSB

Согласно методу КДБ при встраивании  $i$ -го бита ЦВЗ выполняется изменение яркости псевдослучайного пикселя изображения. Для того, чтобы внедренная информация была более устойчива к JPEG сжатию, а изменения оставались менее заметными для восприятия, необходимо использовать все 3 составляющие цвета (формула 2), которые образуют  $Y$ :

$$Y_{x,y} = 0,299R_{x,y} + 0,587G_{x,y} + 0,144B_{x,y}, \quad (2)$$

где  $R_{x,y}$ ,  $G_{x,y}$ ,  $B_{x,y}$  – начальное значение яркости выбранного пикселя в красном, зеленом и синем канале соответственно.

В модификации метода пиксель изменяется таким образом, чтобы его яркость отличалась от средней яркости его фона. Модифицированное значение яркости выбранного пикселя в канале синего цвета определяется по формуле (3):

$$\widetilde{B}_{x,y} = \begin{cases} B_{x,y} - v * Y_{x,y}, & s_i = 0 \\ B_{x,y} + v * Y_{x,y}, & s_i = 1 \end{cases}, \quad (3)$$

где  $s_i$  -  $i$ -тый бит сообщения, которое необходимо нанести,

$Y_{x,y}$  – яркость пикселя,

$v$  – коэффициент, задающий энергию встраиваемого биты данных (чем выше значение, тем выше стойкость внедренной информации, но и тем выше её визуальная заметность).

На рис.2 показан алгоритм внедрения ЦВЗ методом КДБ [3].

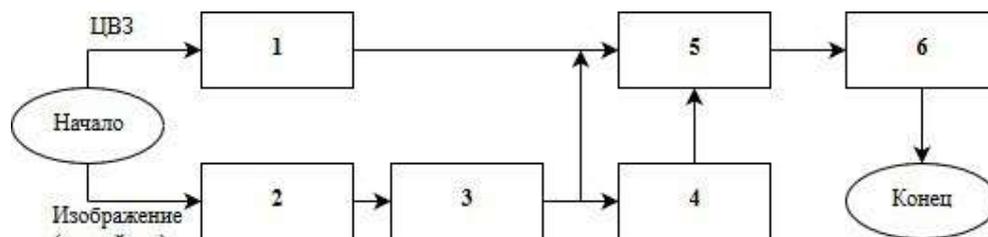


Рисунок 2 – Блок-схема алгоритма встраивания ЦВЗ методом КДБ

Первоначально выполняется декомпрессия (блок «2») выбранного ЦВЗ для восстановления выходного вида изображения и декомпозиция (блок «3») – с целью преобразования изображения в пространство RGB и выделения канала синего цвета. ЦВЗ для встраивания представляется в виде битового потока (блок «1»). Исходя из особенностей данного метода выбираются пиксели для внедрения отдельных битов (блок «4»).

После выполнения этих этапов формируется маркированное изображение (блок «5») с использованием битового потока, который отвечает ЦВЗ. Далее выполняется компрессия стеганограммы (блок «6») путем объединения всех каналов и восстановление выходного графического формата для представления ЦВЗ.

#### Экспериментальное исследование рассматриваемых методов

Для демонстрации результатов работы была выполнена серия тестов. В качестве контейнера используется изображение размером 700x500, ЦВЗ – 150x150. На рис. 3а, 3б и 3в показаны исходное изображение, бинарное изображение – ЦВЗ и гистограмма. Согласно (1) метода LSB встраивание выполнялось в битовые плоскости изображения [4].

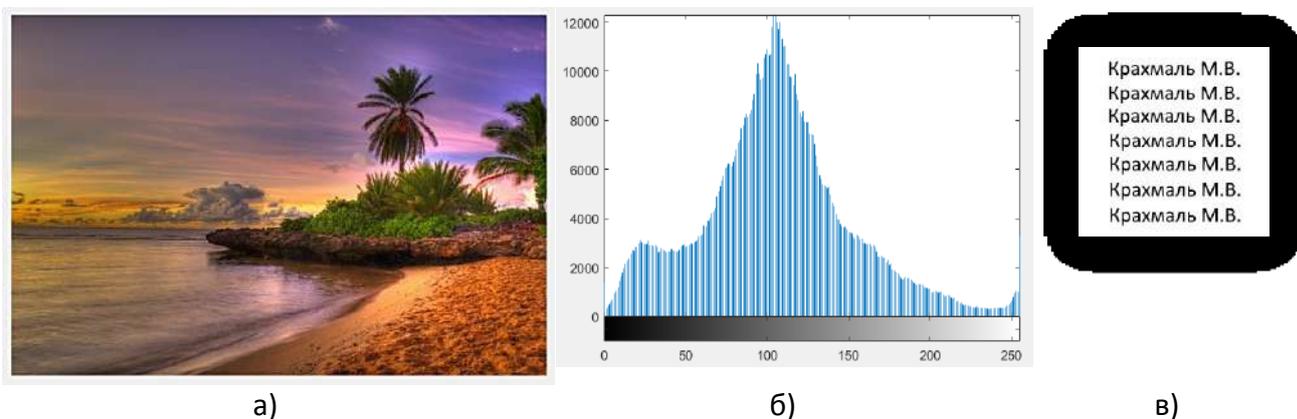
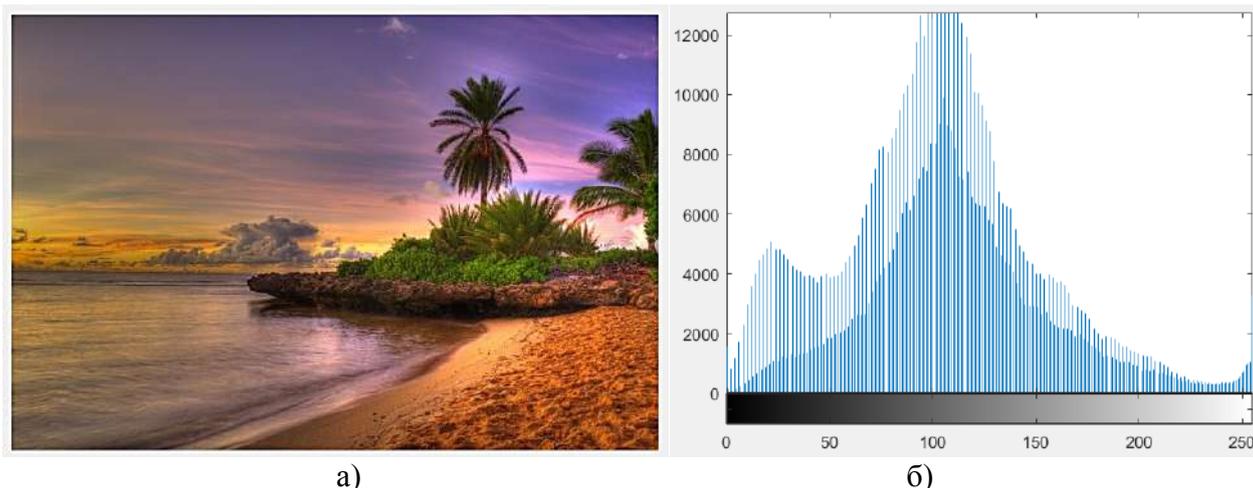


Рисунок 3 – Исходное изображение: а) контейнер; б) гистограмма; в) ЦВЗ

На рис. 4а и 4б приведен пример, где ЦВЗ нанесен в 4-ю битовую плоскость. При этом человеческий глаз не сможет увидеть присутствие ЦВЗ в изображении.

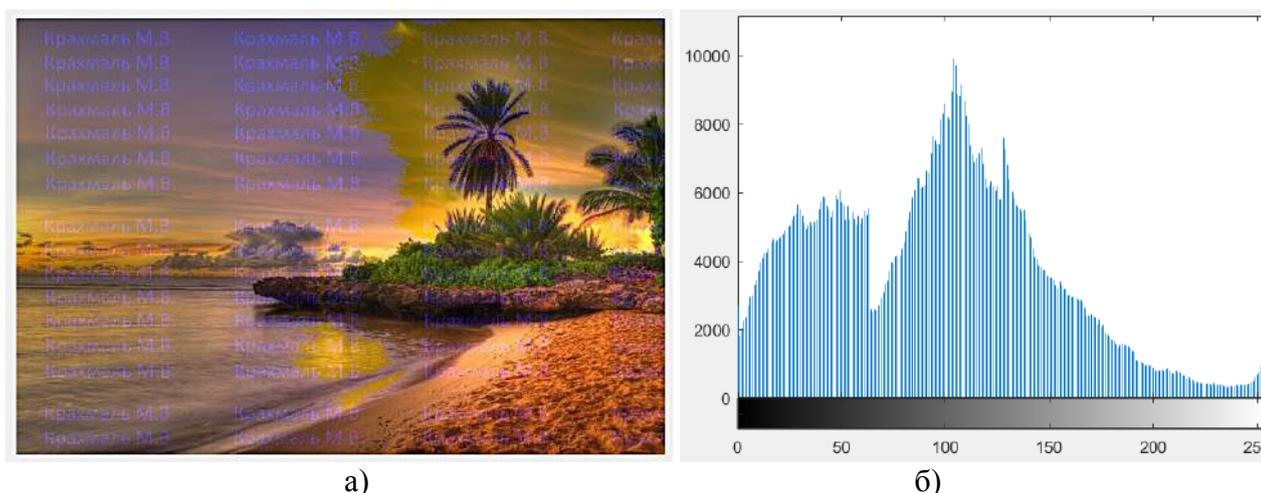


а) б)  
Рисунок 4 – Изображение с ЦВЗ в 4-й битовой плоскости:  
а) контейнер с ЦВЗ; б) гистограмма

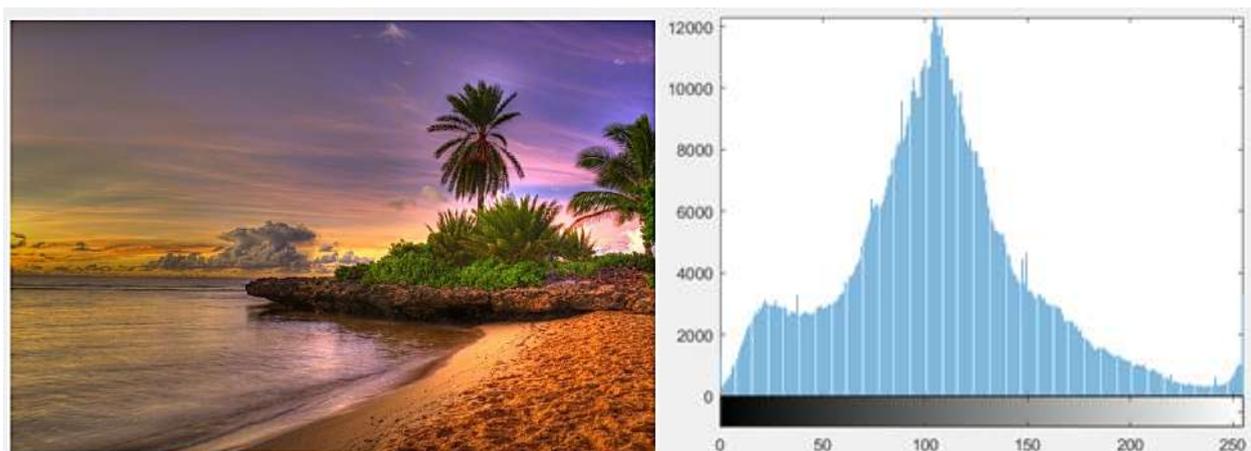
На рис. 5а и 5б приведен пример, где ЦВЗ нанесен в 7-ю битовую плоскость. Начиная с внедрения в 6-ю битовую плоскость, в изображении появляются отличия в яркости и проявляется ЦВЗ.

На основании метода КДБ приведен пример (рис. 6а и 6б) использования алгоритма для скрытия ЦВЗ. Данный алгоритм имеет возможность изменять степень заполнения контейнера на этапе внедрения ЦВЗ. В отличие от оригинального метода, модификация позволяет достичь высокой корректности за счет использования всех трех составляющих цвета. Также возможно увеличить стойкость к сжатию и к различным искажениям. Маркированное изображение практически не отличается от исходного.

Исследуемые алгоритмы позволяют определить скрытую информацию. На представленных изображениях показана следующая зависимость: с возрастанием номера бита, снижается скрытность встроенной информации. Однако, из-за разнообразия цветов и мелких деталей на изображении сложно различить наличие ЦВЗ.



а) б)  
Рисунок 5 – Изображение с ЦВЗ в 7-й битовой плоскости:  
а) контейнер с ЦВЗ; б) гистограмма



а) б)  
Рисунок 6 – Изображение с ЦВЗ методом КДБ:  
а) контейнер с ЦВЗ; б) гистограмма

Пользователь, который не знает о наличии скрытой информации, не способен обнаружить факт скрытия ЦВЗ по изменению цветового дисбаланса.

#### **Вывод**

В результате данной работы был проведен анализ современных методов встраивания ЦВЗ, исследованы два наиболее эффективных метода нанесения водяных знаков.

Модифицирована математическая модель и алгоритмы работы методов КДБ с использованием всех трех составляющих цвета и LSB путем добавления в изображение белого шума. Выбранные методы были представлены в программной среде MATLAB. Полученные результаты показывают качественное скрытие ЦВЗ программой.

В дальнейшей работе планируется создание программы на основе исследованных методов, с помощью которой можно маркировать изображение-контейнер не только ЦВЗ в виде картинки, но и в виде текста, считанного из файла.

#### **Литература**

1. Хорошко, В.А. Методы и средства защиты информации: научное издание / В.А. Хорошко, А.А. Чекатков. — К.: ЮНИОР, 2003. — 505 с.
2. Коханович, Г.Ф. Компьютерная стеганография: теория и практика / Г. Ф. Коханович, А. Ю. Пузыренко. – Киев: МК-Пресс, 2006. – 286 с.
3. Куш, С.М. Алгоритм формування стеганограм на основі LSB-методу та його використання для оцінювання ефективності методів активного стегоаналізу / С.М. Куш, Д.О. Прогонов // Вісник Національного університету “Львівська політехніка”: “Автоматика, вимірювання та керування”. – 2013. – № 774. – С.21–27.
4. Гонсалес, Р. Цифровая обработка изображений в среде MATLAB / Р. Гонсалес, Р. Вудс, С. Эддинс. – Москва: Техносфера, 2006. – 616 с.

УДК 004.962: 622.4

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ НА КАРЬЕРАХ**

**Мальчева Раиса Викторовна, Шкуматов Александр Николаевич**  
Донецкий национальный технический университет,  
Донецк, Донецкая народная республика

### **Аннотация**

*Описана геоинформационная система автоматизации технологических и информационных процессов K-MINE. Выполнена разработка подсистемы расчета скважинных зарядов выброса и оконтуривающих, расширяющая функциональные возможности модуля проектирования буровзрывных работ K-BVR.*

**Ключевые слова:** автоматизация проектирования, буровзрывные работы, скважина, заряд, графическая модель.

## **COMPUTER AIDED DESIGN OF DRILLING AND BLASTING IN COPPER-MINES**

**Malcheva Raisa Viktorovna, Shkumatov Oleksandr Nikolaevich**

Donetsk national technical university,  
Donetsk, Donetsk People's Republic

### **Abstract**

*The geographic information system for automation of technological and information processes K-MINE is described. A subsystem for calculating well discharge charges and contouring ones, extending the functionality of the K-BVR drilling and blasting design module, is developed.*

**Keywords:** computer aided design, drilling and blasting, drilling hole, charge, graphic model.

### **Введение**

В современных условиях необходимо и целесообразно построение принципиально новой универсальной системы управления угледобывающим предприятием, основанной на геоинформационных технологиях. Система состоит из ядра и взаимодействующих с ним программных модулей, предназначенных для решения отдельных видов расчетных и графических задач. При построении системы по принципу “ядро-модули” снимается необходимость программирования одновременно всех задач. Новые модули возможно добавлять к уже работающей системе по мере их разработки. Кроме того, при появлении принципиально новых, неизвестных на сегодняшний день задач, имеется возможность добавления, изменения или расширения модулей системы без необходимости изменения остального существующего программного обеспечения.

**Целью работы** является расширение функциональных возможностей модуля проектирования буровзрывных работ геоинформационной системы K-MINE с учетом передовых научно-технических достижений.

### **Геоинформационная система K-MINE**

Геоинформационная система (ГИС) K-MINE, разработанная группой компаний «КАИ», охватывает широкий спектр автоматизации технологических и информационных процессов и может быть использована:

- при проектировании границ карьеров и отвалов, шахтных полей, объектов строительства и транспортных магистралей;
- при топографической съемке земной поверхности, геологических и геодезических поисках;
- при разработке генпланов предприятий для управления геопромышленными территориями;
- при создании электронных карт местности, населенных пунктов, сооружений;
- при создании и ведении государственных кадастров (земляного, городского, градостроительного и др.)
- при наблюдениях за деформациями земной поверхности, зданий, сооружений, коммуникаций и т.д.

Базовый вариант ГИС K-MINE включал следующие технологические модули:  
K-GeoMark - модуль геолого-маркшейдерского обеспечения горных работ;  
K-Project - модуль проектирования горных работ и объектов;  
K-Plan - модуль текущего и оперативного планирования горных работ;  
K-BVR - модуль проектирования буровзрывных работ (как для открытых, так и подземных способов);  
K-MINE-GAS - модуль проектирования систем газоснабжения;  
K-Topograph - модуль геодезических изысканий;  
K-Zemkadastr - модуль ведения кадастров;  
K-MINE-Water - модуль проектирования систем водоснабжения;  
K-Dispatch – модуль оперативного диспетчерского управления движимым составом с использованием спутниковой навигации (пример использования модуля, а также некоторые предложения для его усовершенствования для диспетчеризации карьерного транспорта приведен в [1]).

В настоящее время возможности системы существенно расширены (рис.1).



Рисунок 1 – Базовые программные решения системы K-MINE для горной промышленности

Группа компаний «КАИ» обеспечивает не только внедрение АСУ на базе K-MINE, но и обучение специалистов, техподдержку, адаптацию под требования заказчика и разработку индивидуальных решений .

#### **Расширение функциональных возможностей модуля K-BVR**

Выполнив анализ функциональных возможностей системы для применения ее в условиях Донецкого региона, а также учитывая научные интересы авторов, для доработки выбран модуль проектирования буровзрывных работ, т.к. его базовый вариант поддерживал только буровзрывную технологию с использованием зарядов рыхления (рис.2).

Расширение функциональных возможностей модуля проектирования буровзрывных работ K-BVR предусматривает применение передовых технологий и новых технических решений, в т.ч. предложенных в [2, 3] усовершенствованных конструкций скважинных зарядов для буровзрывной технологии строительства и эксплуатации карьеров.

Компьютерная система поддержки расчета параметров скважинных зарядов (ПСЗ) предназначена для сокращения времени проектирования основных этапов разработки карьеров и формирования схемы размещения скважинных зарядов и расчета их параметров.



Рисунок 2 – Полный цикл проектирования и управления буровзрывными работами в карьере

В связи с этим основная программа позволяет включить функции, разработанные ранее для расчета параметров отдельных типов скважинных зарядов. Система включает:

- интерфейс пользователя;
- функцию формирования/корректирования базы данных;
- функцию расчета параметров скважинных зарядов для строительства въездной траншеи;
- функцию расчета параметров скважинных зарядов для вскрышного уступа;
- функцию расчета параметров скважинных зарядов для добычного уступа.

Функция формирования/корректирования базы данных организует доступ к справочным данным по различным типам взрывчатых веществ (ВВ), коэффициентам крепости породы и т.д.

Для въездной траншеи предусмотрен расчет следующих типов зарядов:

- зарядов рыхления сплошной конструкции, конструкции с воздушными промежутками и конструкции с инертными промежутками;
- зарядов взрывания на выброс;
- оконтуривающих зарядов.

Для вскрышного и добычного уступов предусмотрен расчет зарядов сплошной конструкции, с воздушными промежутками, с инертными промежутками, а также зарядов с рефракторами [2].

По результатам расчета параметров скважинных зарядов осуществляется визуализации их расположения.

#### **Расчет зарядов взрывания на выброс**

Для совершенствования технологии строительства въездной траншеи по скальным породам предлагается применить взрывание на выброс с укладкой горной массы на дневную

поверхность со стороны южного борта. Опыт применения массовых взрывов позволяет отметить следующие их достоинства:

- они являются своеобразным средством механизации трудоемких погрузочно-транспортных операций, позволяющим в короткие сроки выполнить большие по объему работы;
- массовые взрывы не требуют для своего осуществления дорогостоящих подготовительных работ и позволяют значительно сократить количество погрузочных машин и транспортных средств.

Под руководством акад. Лаврентьева М.А. были начаты исследования по использованию плоской системы зарядов, под которой понимается такой заряд, длина и ширина которого значительно больше его толщины. На практике идеальный плоский заряд заменяют системой скважинных зарядов, располагаемых в одной плоскости.

Для осуществления одностороннего направленного выброса применяются плоские и клиновидные заряды. На эффективность направленного выброса значительное влияние оказывают его угол наклона к горизонту, толщина взрываемого слоя, тип ВВ.

Контурное взрывание применяют для получения бортов выемок с гладкими и крутыми откосами, а также с целью снижения степени разрушения законтурной части массива и уменьшения сейсмического воздействия на охраняемые здания и сооружения. На открытых горных работах наиболее эффективно применение метода предварительного щелеобразования, заключающегося в создании экранирующей щели. Контурные скважины должны быть пробурены строго параллельно откосу выемки.

Первая версия функции расчета параметров скважинных зарядов для строительства въездной траншеи была протестирована для реальных условий карьера «Центральный» Докучаевского флюсо-доломитного комбината [4]. Параметры траншеи: глубина - от 0 до 27,9 м; ширина в основании – 25 м; ширина сверху – 28,5 м; длина – 678 м (рис. 3).

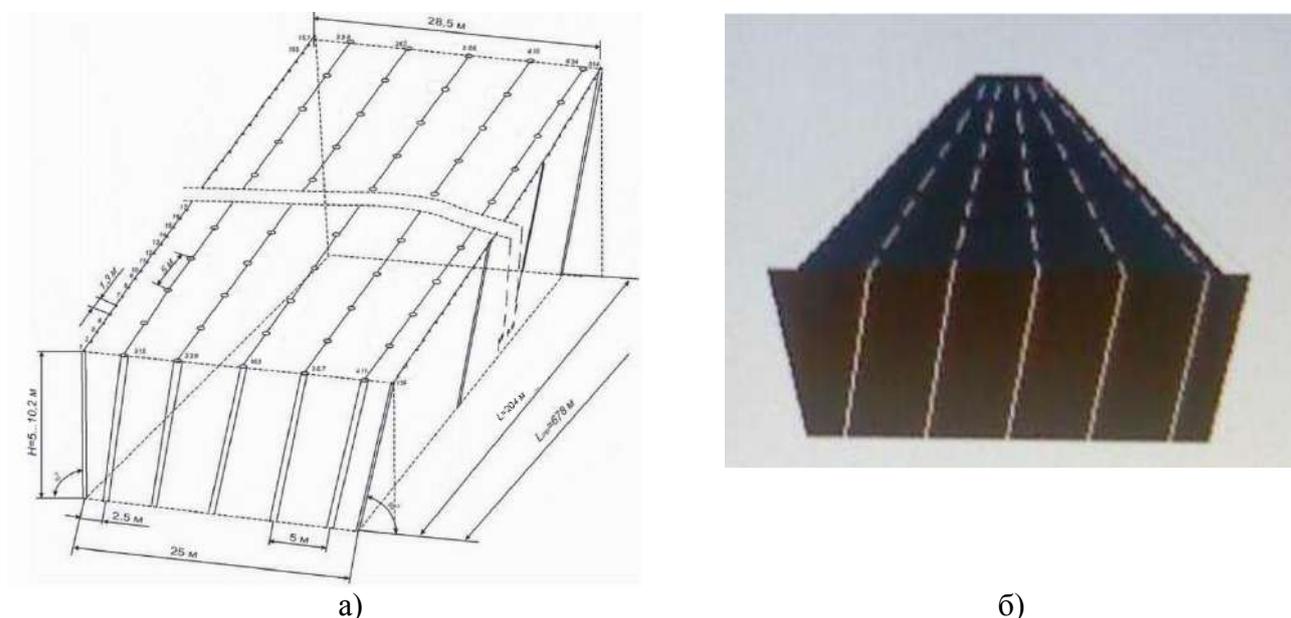


Рисунок 3 – Модель буровзрывного блока: а) расчетная модель; б) пример визуализации

Поскольку одновременно можно взрывать не более 28800 кг (ограничения техники безопасности), то общее количество одновременно взрываемых отбойных скважин зависит от мощности каждого взрываемого заряда. Расстояние между скважинами также зависит от массы взрываемого ВВ. Кроме того, во взрывном блоке с некоторым замедлением взрывается несколько рядов скважинных зарядов (по всей ширине траншеи или уступа), причем, за-

ряды 1-го ряда, расположенные ближе к борту, на который выполняется выброс, - менее мощные. А заряды наиболее удаленного от борта ряда имеют большую массу.

Таким образом, проектирование схемы расположения скважин носит возвратный характер. Первоначально выполняется пробный последовательный «поперечный просчет» (1-е скважины по всем рядам, 2-е скважины по всем рядам и т.д.) с накоплением суммарного заряда ВВ. Этот просчет позволяет ориентировочно определить длину буровзрывного блока,  $L_{блока}$ , общей мощностью меньше 27800 кг (1000 кг «резервируется» под взрывание оконтуривающих зарядов). Далее выполняется «продольный просчет» параметров зарядов по рядам скважин, уточняя, в т.ч. и длину блока.

В результате тестирования была определена длина блока, равная 204 м.

#### **Расчет параметров оконтуривающих зарядов**

Следующая функция разработана для оконтуривающих зарядов, взрываемым по границам блока. Расстояние между ними принимается постоянным, а диаметр - в 2,5 раза меньше, чем у отбойных. Поэтому для скважин большой глубины может не хватить работоспособности основного применяемого ВВ, т.е. требуемая для размещения ВВ длина скважины может оказаться больше, реально имеющейся. Для этого в функцию введена дополнительная проверка: определение разности  $\Delta$  между реальной длиной скважины и расчетной (по типу ВВ). Если значение  $\Delta$  становится отрицательным, то программа предлагает заменить ВВ и ввести значение работоспособности нового ВВ. Затем происходит расчет нового удельного заряда и повторный расчет скважинного заряда. Если пользователь введет значение 0 (не может найти ВВ с большей работоспособностью), программа завершит расчеты. Также в функцию введены ограничения, связанные с изменением глубины въездной траншеи (от 0 до 27,9 м) и количества одновременно пробуриваемых и взрываваемых оконтуривающих и отбойных скважин, длина которых также будет изменяться. При этом масса одновременно подрываемых оконтуриваемых зарядов не должна превышать 1000 кг, а длина – примерно равняться длине блока отбойных скважин.

#### **Выводы**

Применение подсистемы в реальных условиях карьера «Центральный» позволило:

- значительно ускорить процесс проектирования буровзрывных работ на карьере;
- обосновать невозможность применения технологии взрывания на выброс в начальной части траншеи (при глубине от 0 до 5 м);
- обосновать целесообразность послойной выемки породы с использованием блоков длиной 10-12 м.

#### **Литература**

1. Malcheva, R. Development of the Data Transferring System Using SoC / R. Malcheva, H. Naaem // European Scientific Journal. 2014. Т. 10. № 7. С. 168-172.
2. Шкуматов, А. Н. Перераспределение импульса взрыва при помощи рефракторов // Взрывное дело. 2007. № 98-55. С.120-128.
3. Шкуматов, А. Н. Совершенствование буровзрывных работ на шахтах украинского Донбасса / А. Н. Шкуматов, И. А. Черкасов //Глюкауф на русском языке. 2008. № 4. С. 25-27.
4. Shkumatov, O. N. Software for the simulation of the without transport scheme to construct the entrance trench / O. N. Shkumatov, R. V. Malcheva and oth. // Материалы VIII международной конференции «Ресурсо-воспроизводящие, малоотходные и природо-охранные технологии освоения недр» 13-18 сентября 2009 г. – Москва-Таллинн, 2009. С. 92-94.

УДК 683.03.6

## АРХИТЕКТУРА ПОДСИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ БЫТОВЫМИ ПРИБОРАМИ ДЛЯ СИСТЕМЫ «УМНЫЙ ДОМ»

**Охрименко Михаил Андреевич, Зинченко Юрий Евгеньевич**

Донецкий национальный технический университет,  
г. Донецк, Донецкая народная республика

### **Аннотация**

*В статье рассмотрена краткая информация об архитектуре подсистемы дистанционного управления бытовыми приборами для системы «Умный дом» и выбранных моделях Arduino. Рассмотрен принцип функционирования подсистемы. В разработке задействован инфракрасный передатчик, технология Ethernet. Относительно существующих устройств, предлагаемое авторами устройство отличается высокой надежностью и универсальностью.*

**Ключевые слова:** инфракрасный, маршрутизатор, бытовой прибор, светодиоды, Arduino.

## ARCHITECTURE OF THE HOME APPLIANCES REMOTE CONTROL SUBSYSTEM FOR THE SMART HOME SYSTEM

**Okhrimenko Michael Andreevich, Zinchenko Yuri Yevgenievich**

Donetsk national technical university,  
Donetsk, Donetsk People's Republic

### **Abstract**

*The article describes a brief information about the architecture of the subsystem of household appliances for the "Smart Home" system and the selected models of Arduino. The principle of functioning of the subsystem is considered. The development involved an infrared transmitter, Ethernet technology. Regarding existing devices, the device offered by the authors is highly reliable and versatile.*

**Keywords:** infrared, router, home appliance, LED, Arduino.

### **Введение**

В настоящее время ни у кого не вызывает сомнения тот факт, что Интернет и электронные коммуникации прочно и навсегда вошли в нашу жизнь. Информационные технологии в том или ином виде, зримо или незримо присутствуют сейчас в различных аспектах повседневной жизни современного человека; и здесь мы говорим не только о ставших нам уже привычными умных устройствах, таких как смартфоны, планшеты, ноутбуки, компьютеры и т.п. Вокруг нас всё ещё остаётся очень много привычных нам бытовых приборов и прочей техники, которая исправно выполняет свои функции, удовлетворяя наши повседневные потребности, и при этом, с точки зрения уровня развития современных коммуникационных технологий, совсем не являются "умными". Следовательно, возникает резонный вопрос, - что же нам делать со всеми этими "неумными" вещами? У этой достаточно актуальной проблемы современности есть несколько решений, и одно из них будет рассмотрено в данной статье.

### **Архитектура подсистемы**

Основной задачей предлагаемой подсистемы является дистанционное управление любым домашним прибором, где присутствует инфракрасный приемник (ИК). В состав предлагаемой подсистемы входит: плата Arduino UNO R3, Arduino Ethernet W5100, плата расширения, инфракрасные (ИК) светодиоды, джамперы для Arduino, кабель RG45, мобильное устройство, маршрутизатор и бытовые приборы.

С телефона можно отправлять команды на наше устройство в виде запросов в адресной строке браузера. В свою очередь маршрутизатор принимает команды, отправленные с телефона, затем пересылает их наше устройство. С помощью кабеля RG-45 устройство соединено с роутером, который в свою очередь автоматически назначит IP и MAC адрес для нашего устройства. Устройство принимает команды, отправленные с телефона, затем посылает команду на бытовой прибор (к примеру, кондиционер) с помощью инфракрасного передатчика [1].

В роли ИК передатчика выступает инфракрасный диод. При этом в памяти устройство загружены команды пульта от кондиционера, чтобы устройство понимало, что оно управляет кондиционером, а не каким-либо другим устройством. Так же в память устройства могут быть загружены команды от других бытовых приборов, чтобы можно было легко переключаться на дистанционное управление с одного прибора на другой.

### Об Arduino

В качестве контроллера для устройства выбрана плата Arduino UNO R3 (рис. 1). Arduino UNO R3 самый распространенный вариант контроллеров Arduino, также он поддерживает почти все возможные платы расширения. Arduino UNO R3 выполнен на микроконтроллере ATmega328.



Рисунок 1 – Плата Arduino Uno R3

Для подключения предлагаемой подсистемы к сети интернет была выбрана плата Arduino Ethernet W5100 (рис. 2).



Рисунок 2 – Arduino Ethernet W5100

Она построена на базе ethernet микросхемы Wiznet W5100. Wiznet W5100 обеспечивает сетевой (IP) стек, способный работать и с TCP, и с UDP. Поддерживает до четырех одновременных сокетных соединений. На данной плате расширения также имеется слот для microSD карты памяти. Она может быть использована для хранения файлов, предназначенных для передачи по сети.

### **Разработка ПО дистанционного управления**

Среда разработки Arduino состоит из встроенного текстового редактора программного кода, области сообщений, окна вывода текста (консоли), панели инструментов с кнопками часто используемых команд и нескольких меню. Для загрузки программ и связи среда разработки подключается к аппаратной части Arduino.

Программа, написанная в среде Arduino, называется скетч. Скетч пишется в текстовом редакторе, предоставляющем широкие возможности для написания скетчей.

Для удобства работы с ИК сигналами необходимо воспользоваться библиотекой "IRremote.h, которая способна правильно распознать 95% протоколов ИК пультов.

После всех подготовок можно приступить к считыванию сигнала. В самой библиотеке есть пример для считывания сигнала. После открытия скетча, нажимаем на кнопку загрузить, если все хорошо, то нажимаем на кнопку монитор порта в правом верхнем углу программы arduino. Откроется монитор порта, нажимаем на пульте кнопки, на мониторе будут отображаться значения кнопок (рис. 3).



Рисунок 3 – Значения кнопок с ИК пульта.

При загрузке скетча используется Загрузчик (Bootloader) Arduino, небольшая программа, загружаемая в микроконтроллер на плате. Она позволяет загружать программный код без использования дополнительных аппаратных средств. Загрузчик (Bootloader) активен в течении нескольких секунд при перезагрузке платформы и при загрузке любого из скетчей в микроконтроллер.

### **Выводы**

Разработана архитектура и устройство, изготовлены макетные образцы, разработано ПО, выполнена автономная отладка. В дальнейшем планируется разработка приложения для мобильных устройств, а также комплексная отладка подсистемы.

### **Литература**

1. Джерими Блум: Изучаем Arduino: инструменты и методы технического волшебства. Пер. с англ. - СПб.: БХВ-Петербург, 2015. 336 с.

УДК 681.3.06

## **РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ОХРАННЫХ УСТРОЙСТВ ОПОВЕЩЕНИЯ О ПОСЕТИТЕЛЯХ**

**Якубчук Михаил Олегович, Мальчева Раиса Викторовна**

Донецкий национальный технический университет,  
г. Донецк, Донецкая народная республика

### **Аннотация**

*Рассмотрены вопросы организации современных охранных систем. Приведен пример комплекса, предназначенного для обеспечения безопасности объектов различных категорий важности. Разработана структурная схема системы приема посетителей предприятия и определены ее основные функции. Рассмотрены варианты размещения системы относительно предприятия. Выбрана элементная база реализации системы. Намечены направления дальнейших исследований.*

**Ключевые слова:** *встроенная система, видеонаблюдение, контроль, структура.*

## **DEVELOPMENT OF INTELLIGENT SECURITY DEVICES FOR NOTIFICATION ABOUT VISITORS**

**Yakubchuk Mikhail Olegovich, Malcheva Raisa Viktorovna**

Donetsk national technical university,  
Donetsk, Donetsk People's Republic

### **Abstract**

*The questions of organization of modern security systems are considered. An example of a complex designed to ensure the safety of objects of different categories of importance. The block diagram of the system of reception of visitors of the enterprise is developed and its main functions are defined. The variants of placing the system in relation to the enterprise are considered. The element base of the system implementation is selected. The directions of further research are outlined.*

**Keywords:** *embedded system, video observation, control, structure.*

### **Введение**

Одним из направлений использования компьютерных технологий являются системы мониторинга и контроля. Их существует огромное множество, отличающихся назначением и функционированием, например, так называемые системы «умный дом», обеспечивающие управление различными процессами жилого [1] или производственного помещения.

Среди этого множества выделяют системы наблюдения, контролирующие прием посетителей предприятия. Видеонаблюдение – ключевой элемент в составе системы охраны и безопасности предприятия. Установка системы охраны позволяет не только оградить материальные ценности организации от хищения, но и может осуществлять контроль за действиями персонала в офисных, производственных и складских помещениях предприятия. А также отслеживать передвижения клиентов и посетителей по территории объекта. До недавних

пор основными устройствами контроля доступа считались домофоны. Однако, существенный технический прогресс последних лет позволил расширить функциональность этих устройств, добавив оборудование для видеонаблюдения, и, таким образом, дал возможность говорить о возможности использования функций видеодомофонов в качестве устройств контроля доступа.

Современные системы охраны представляют широкий спектр услуг. Так, например, интегрированный комплекс технических средств охраны (ИК ТСО) «Недотрога», общая организация которого показана на рис.1, предназначен для обеспечения безопасности объектов различных категорий важности и степени сложности.



Рисунок 1 – Общая организация охранной системы

ИК ТСО «Недотрога» имеет гибкую архитектуру построения, легко масштабируется и может предоставляться заказчику в различных конфигурациях в зависимости от потребностей. Система обладает следующими достоинствами:

- точность обнаружения на периметре охраны – до 3 м;
- высокая защищенность от помех различной природы за счет применения оптоволоконных линий передачи данных;
- низкое энергопотребление при использовании светодиодных индикаторов;
- сбор информации от всех подсистем на пульт оператора.

Недостатком является высокая стоимость.

*Целью данной работы* является проектирование более дешевой интеллектуальной системы оповещения о приходе посетителя. Для ее достижения необходимо решить следующие задачи:

- выполнить анализ систем контроля производственных предприятий и аппаратно-программных средств их реализации;
- разработать структуру и обосновать выбор элементной базы реализации системы контроля приемом посетителей предприятия;

- выбрать средства программирования микроконтроллера;
- выбрать среду моделирования системы;
- практически реализовать элементы системы и провести ее тестирование.

### Разработка структуры системы и выбор способа ее размещения

Данная система предназначена для использования на предприятии, где работает большое количество людей и также бывает достаточно много посетителей, и позволяет службе охраны получать оповещения с фотографией о людях, которые находятся у входной двери.

Структурная схема системы приема посетителей предприятия приведена на рис.2.

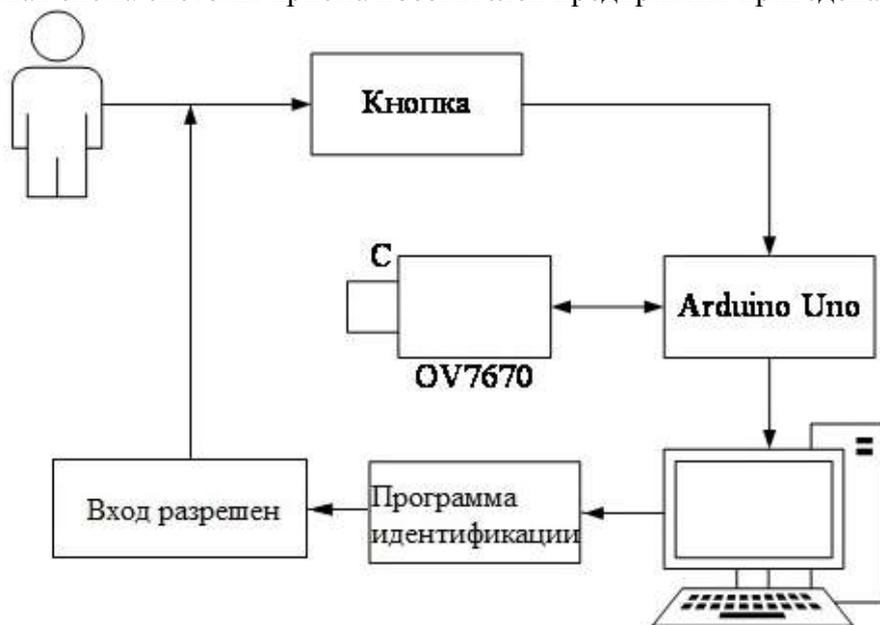


Рисунок 2 – Структурная схема системы приема посетителей предприятия

Разрабатываемая система будет включать в себя следующие элементы:

- плату Arduino Uno, обеспечивает выполнение функций управления всей системой, выбрана из-за ее доступности и относительно низкой стоимости;
- кнопку - обычная монтажная кнопка, размещенная в корпусе;
- камера OV7670, выбрана из-за ее популярности, дешевизны и совместимости с остальными компонентами платформы Arduino;
- центральный компьютер, в качестве которого может использоваться как стационарный компьютер, так и ноутбук с доступом к глобальной сети Интернет и установленным необходимым программным обеспечением;
- роутер для подключения компьютера и других устройств к сети Интернет.

В зависимости от типа предприятия (офис или производственный комплекс, занимающий значительную территорию) система может размещаться как внутри здания (рис. 3), так и за пределами территории.

Порядок функционирования посетителя и системы следующий:

- человек, который находится перед входной дверью, должен нажать кнопку дверного звонка;
- камера, установленная на входе, делает снимок;
- снимок отправляется на пункт охраны с помощью программного обеспечения, загруженного в Arduino, и компьютера, подключенного к сети Интернет;
- в автоматизированной системе фотография проходит идентификацию в базе данных работников предприятия и постоянных посетителей;
- в зависимости от результата идентификации выдается сообщение (разрешение / запрет) на вход.



Рисунок 3 – Размещение системы приема посетителей предприятия внутри

При размещении системы за границами территории [2] целесообразно предусмотреть вариант, когда камера и основная плата Arduino, отвечающая за управление, размещаются рядом, а компьютер находится в пункте охраны. Но так как плата Arduino и компьютер соединяются между собой с помощью USB кабеля, а максимальная длина такого кабеля согласно спецификации не более 5 метров, то такое размещение может быть проблемным. Для того, чтобы обойти это ограничение, можно соединить несколько 5 метровых кабелей последовательно, используя для соединения USB хабы в качестве повторителей. Максимальная длина такого составного кабеля не должна превышать 30 метров.

#### **Выводы**

В процессе работы разработана структура системы приема посетителей и выполнен анализ вариантов ее размещения относительно территории предприятия или офиса. Направлением дальнейших исследований является выбор среды для моделирования системы и ее апробация в реальных условиях.

#### **Литература**

1. Мальчева, Р. В. Устройство управления системой горячего водоснабжения с солнечными коллекторами / Р. В. Мальчева, А. С. Хмара // Інформаційні управляючі системи та комп'ютерний моніторинг. – Донецьк: ДонНТУ, 2011. Т.2. С. 81-86.
2. Парфенов, Д. А. Разработка системы контроля приемом посетителей предприятия на базе платформы Arduino / Д. А. Парфенов, Р. В. Мальчева, И. А. Янковский // Материалы IX Международной научно-технической конференции "Информатика, управляющие системы, математическое и компьютерное моделирование". - Донецк: ДонНТУ, 2018. С. 219-222.

УДК 004.91

## ПРИКЛАДНОЕ РЕШЕНИЕ «УЧЕТ ТОВАРНЫХ ОПЕРАЦИЙ НА ПРЕДПРИЯТИИ 1.0» НА ПЛАТФОРМЕ 1С:ПРЕДПРИЯТИЕ

**Охрицкий Иван Сергеевич, Лобзенко Павел Владимирович**  
Донской государственный технический университет,  
г. Ростов-на-Дону, Россия

**Аннотация:** В статье описан принцип работы прикладного решения «Учет товарных операций на предприятии 1.0». Сделан анализ актуальности внедрения данного продукта, произведено краткое сравнение с конкурирующим решением и выделены преимущества по функционалу системы при учете хозрасчётных операций, а также преимущества с технической и экономической точек зрения.

**Ключевые слова:** прикладное решение, регистр, документ, справочник, объект.

## THE APPLIED SOLUTION "ACCOUNTING FOR COMMODITY OPERATIONS IN THE ENTERPRISE 1.0" ON THE 1C: ENTERPRISE PLATFORM

**Okhritsky Ivan Sergeevich, Lobzenko Pavel Vladimirovich**  
Don State Technical University,  
Rostov-on-Don, Russia

**Annotation:** The article describes the principle of the applied solution "Accounting for commodity operations in the enterprise 1.0". The analysis of the relevance of the introduction of this product is made, a brief comparison with a competing solution is made and the advantages of the system functionality are highlighted when taking into account self-supporting operations, as well as the advantages from a technical and economic point of view.

**Keywords:** application solution, register, document, directory, object.

В «1С:Предприятие» используется принцип учета «от документа» [1]: деятельность организации разбивается на элементарные операции. Под каждую операцию создается объект «Документ». Схематично это показано на рисунке 1.

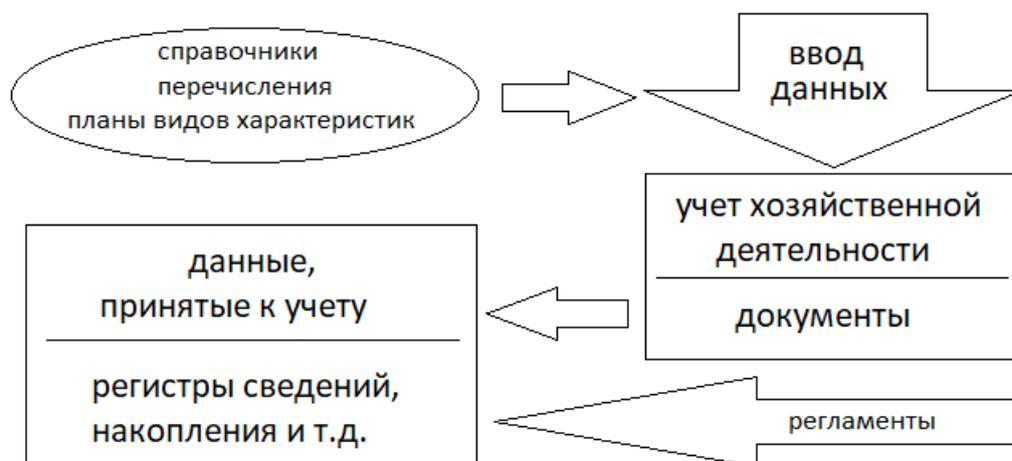


Рисунок 1 - Принцип ведения учета в системе

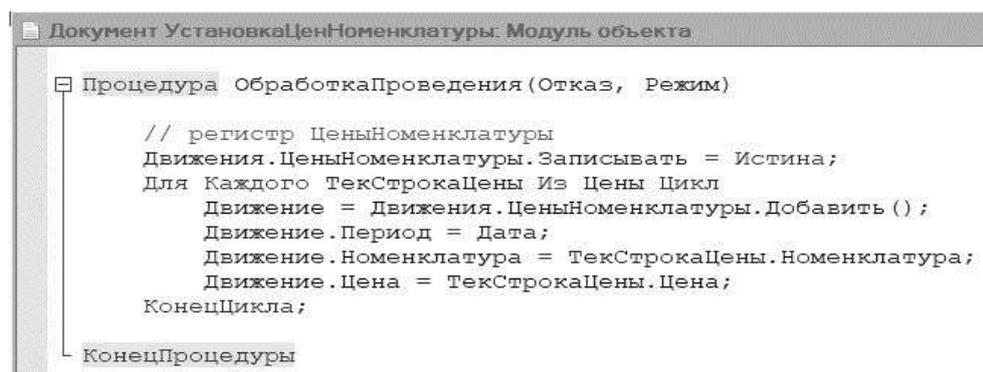
Документами в систему вносится первичная информация о совершенной хозяйственной операции. При заполнении документов используется дополнительная справочная ин-

формация. Информация из документов попадает в учетные объекты – регистры. Данные в регистрах могут быть откорректированы различными регламентами.

В отличие от конфигурации 1С:«Управление торговлей 11», в этом прикладном решении существует возможность в заполнении табличной части документа «Реализации товаров и услуг» - автоматически отображать и использовать актуальную цену продажи товара или услуги.

Это реализовано следующим образом:

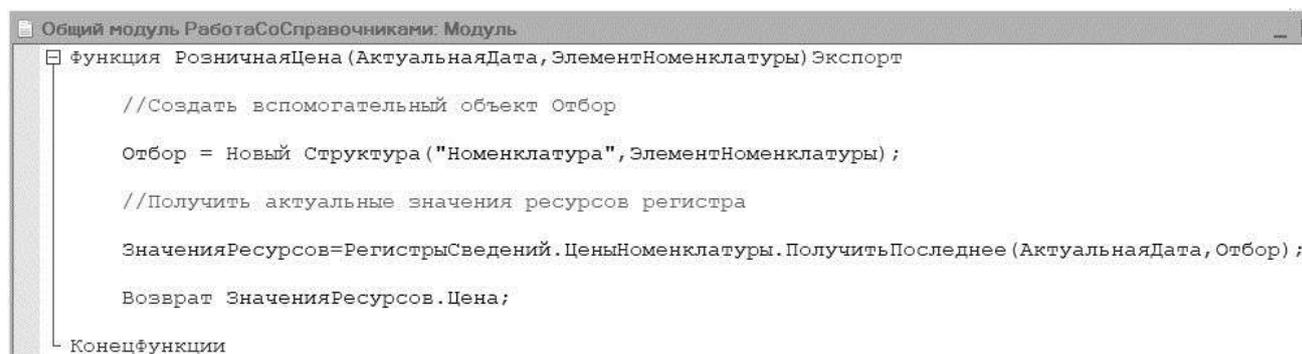
Во-первых, был предварительно создан регистр сведений «Цены номенклатуры» с измерением по номенклатуре и ресурсом цена. Запись этих сведений осуществляется посредством проведения документа «Установка цен номенклатуры», в котором указываются цены номенклатуры согласно установленной дате. Сами движения в регистр сведений производятся с помощью процедуры «ОбработкаПроведения» (рисунок 2) в модуле объекта документа.



```
Документ УстановкаЦенНоменклатуры: Модуль объекта
└─ Процедура ОбработкаПроведения (Отказ, Режим)
    // регистр ЦеныНоменклатуры
    Движения.ЦеныНоменклатуры.Записывать = Истина;
    Для Каждого ТекСтрокаЦены Из Цены Цикл
        Движение = Движения.ЦеныНоменклатуры.Добавить ();
        Движение.Период = Дата;
        Движение.Номенклатура = ТекСтрокаЦены.Номенклатура;
        Движение.Цена = ТекСтрокаЦены.Цена;
    КонечЦикла;
└─ КонечПроцедуры
```

Рисунок 2 - Процедура «ОбработкаПроведения» в документе «Установка цен номенклатуры»

Во-вторых, написана функция «РозничнаяЦена» (рисунок 3) на сервере, возвращающая актуальную цену. Для этой функции предназначен отдельный объект метаданных – Общий модуль «Работа со справочниками», из которого возможно вызывать экспортные процедуры и функции с клиента.



```
Общий модуль РаботаСоСправочниками: Модуль
└─ функция РозничнаяЦена (АктуальнаяДата, ЭлементНоменклатуры) Экспорт
    //Создать вспомогательный объект Отбор
    Отбор = Новый Структура ("Номенклатура", ЭлементНоменклатуры);
    //Получить актуальные значения ресурсов регистра
    ЗначенияРесурсов=РегистрыСведений.ЦеныНоменклатуры.ПолучитьПоследнее (АктуальнаяДата, Отбор);
    Возврат ЗначенияРесурсов.Цена;
└─ Конечфункции
```

Рисунок 3 - Процедура «РозничнаяЦена» общего модуля «Работа со справочниками»

```

    &НаКлиенте
    □ Процедура ТоварыТоварПриИзменении (Элемент)
      //Получить следующую строку табличной части

      СтрокаТабличнойЧасти=Элементы.Товары.ТекущиеДанные;

      //Установить цену

      СтрокаТабличнойЧасти.Цена=РаботаСоСправочниками.РозничнаяЦена (Объект.Дата, СтрокаТабличнойЧасти.Товар) ;

      //Пересчитать сумму

      //РаботаСДокументами.РассчитатьСумму (СтрокаТабличнойЧасти) ;

      РассчитатьСумму ();
    КонецПроцедуры

```

Рисунок 4 - Процедура «ТоварыТоварПриИзменении» документа «Реализации товаров и услуг»

В-третьих, заключительный этап – это написание процедуры «ТоварыТоварПриИзменении» (рисунок 4) в форме объекта документа «Реализации товаров и услуг» на клиенте, которая как раз и будет вызывать функцию «РозничнаяЦена» (рисунок 3) при изменении либо добавлении позиции номенклатуры в табличной части документа. Также в этой же процедуре вызывается еще одна вложенная процедура, рассчитывающая сумму по строке табличной части документа на основании количества и цены.

На рисунке 5 в верхней части отображается уже проведенный документ «Установка цен номенклатуры», в котором уже записана номенклатура «Доставка» с ценой 77 рублей. Теперь же при изменении номенклатуры в табличной части документа «Реализация товаров и услуг» автоматически при выборе этой номенклатуры подставится ее последняя цена.

Такой же, функционал предусмотрен при работе с документом «Поступление товаров и услуг». Принцип работы тот же самый, только в общем модуле создана отдельная функция «ЗакупочнаяЦена».

Также в этом документе посредством установления цены для номенклатуры в табличной части документа и проведении документа, цена автоматически записывается в регистр сведений «Цены поставщиков» без дополнительных документов. Эта же цена (последняя актуальная) будет автоматически подставляться при выборе номенклатуры. Как происходит запись в регистр и где можно посмотреть результат записи значений можно посмотреть на рисунке 6. Согласно установленным реквизитам регистра сведений будут подставляться значения табличной части документа.

← → ☆ Установка цен номенклатуры 000000002 от 14.04.2019 11:20:07

Основное Цены номенклатуры

Провести и закрыть    Записать    Провести    Еще

Номер: 000000002

Дата: 14.04.2019 11:20:07

Добавить    Еще

N	Номенклатура	Цена
1	Доставка	77,00

Реализация товаров и услуг (создание) \*

Основное Взаиморасчеты    Продажи    Себестоимость товаров    Товары на складах

Провести и закрыть    Записать    Провести    Создать на основании    Еще

Сумма документа: 0,00

Добавить    Еще

N	Товар	Количество	Цена	Сумма
1	loto			
2	Доставка		77,00	

Рисунок 5 - Результат работы автозаполнения цен документа «Реализация товаров и услуг»

Третьим достоинством этой конфигурации является удобство работы при указании контактных лиц в документах хозяйственных операций. В качестве объекта исследования возьмем документ «Поступление товаров и услуг». При заполнении этого документа есть обязательные реквизиты, например поставщик и контактное лицо. Для того чтобы это поле ввода ссылалось на нужный справочник достаточно всего лишь указать этой в конфигураторе, т.е. что этой поле ввода является ссылкой на определённый справочник. Но тогда при выборе поставщика будут подтягивать в поле контактные лица все значения справочника, будь то контактные лица покупателя либо поставщика. Для решения такой проблемы в форме документа предусмотрен отдельный блок программного кода (рисунок 7).

```

программно:
// регистр ЦеныПоставщиков
Движения.ЦеныПоставщиков.Записывать = Истина;
Для Каждого ТекСтрокаТовары Из Товары Цикл
    Движение = Движения.ЦеныПоставщиков.Добавить ();
    Движение.Период = Дата;
    Движение.Контрагент = Поставщик;
    Движение.Номенклатура = ТекСтрокаТовары.Товар;
    Движение.Цена = ТекСтрокаТовары.Цена;
КонецЦикла;

```

результат:

Период	Регистратор	Номер	Контрагент	Номенклатура	Цена
16.03.2019 1...	Поступление товаров и услуг 000000002 от 16.03.2019 1...	1	Мир вещей, ООО	imast	500,00
16.03.2019 1...	Поступление товаров и услуг 000000002 от 16.03.2019 1...	2	Мир вещей, ООО	latu	500,00

Рисунок 6 - Установка цен поставщиков по последней дате

```

&НаСервере
[ Процедура КонтактноеЛицоПриИзмененииНаСервере ()
    Запрос = Новый Запрос;
    Запрос.Текст =
        "ВЫБРАТЬ
        | КонтактныеЛица.Владелец КАК Владелец
        | ИЗ
        | Справочник.КонтактныеЛица КАК КонтактныеЛица
        | ГДЕ
        | КонтактныеЛица.Ссылка = &Ссылка";

    Запрос.УстановитьПараметр ("Ссылка", Объект.КонтактноеЛицо);

    РезультатЗапроса = Запрос.Выполнить ();

    ВыборкаДетальныеЗаписи = РезультатЗапроса.Выбрать ();

    Пока ВыборкаДетальныеЗаписи.Следующий () Цикл
        Объект.Поставщик = ВыборкаДетальныеЗаписи.Владелец;
    КонецЦикла;
КонецПроцедуры

&НаКлиенте
[ Процедура КонтактноеЛицоПриИзменении (Элемент)
    КонтактноеЛицоПриИзмененииНаСервере ();
КонецПроцедуры

```

Рисунок 7 - Программная реализация выбора контрактного лица при указании контрагента

В этом фрагменте кода описано, что есть некая процедура на сервере, которая хранит в себе запрос выбора контактных лиц по владельцу, что означает, что у каждого контактного лица есть свой владелец (поставщики или покупатель), обусловлено это тем что, справочнику «Контрагенты» подчинен справочник «Контактные лица» и можно обратиться к полю «КонтактныеЛица.Владелец». Далее, при выборе значений поля контактные лица, будет произведен отбор по владельцу, посредством вызова серверной процедуры из клиента.

Еще одним преимуществом прикладного решения является возможность проверки взаиморасчетов с поставщиками и клиентами в одном отчете «Ведомость по взаиморасчётам» [2]. В схеме компоновки данных (СКД) необходимо прописать запрос (листинг 1):

Листинг 1 – Отбор необходимых полей в СКД отчета по взаиморасчетам

**ВЫБРАТЬ**

ВзаиморасчетыОстаткиИОбороты.Контрагент,  
 ВзаиморасчетыОстаткиИОбороты.СуммаНачальныйОстаток КАК ДолгНаНачало,  
 ВзаиморасчетыОстаткиИОбороты.СуммаПриход КАК УвеличениеДолга,  
 ВзаиморасчетыОстаткиИОбороты.СуммаРасход КАК УменьшениеДолга,  
 ВзаиморасчетыОстаткиИОбороты.СуммаКонечныйОстаток КАК ДолгНаКонец

ИЗ

РегистрНакопления.Взаиморасчеты.ОстаткиИОбороты(НАЧАЛОПЕРИОДА(&День, ДЕНЬ), КОНЕЦПЕРИОДА(&День, ДЕНЬ), День, , ) КАК ВзаиморасчетыОстаткиИОбороты

В этом запросе выбираются все необходимые поля, которые в дальнейшем будут применяться в табличной части отчета. А также необходимо создать настройку представления задолженностей контрагентов (положительное значение) и наши задолженности перед ними (отрицательное значение), при этом сделав отбор по родителям контрагентов, т.е. определить группу отношений (поставщик или покупатель).



Рисунок 8 - Отчет «Ведомость по взаиморасчетам»

Таким образом, разработанное приложение имеет следующие преимущества:

1) Удобство использования. Интуитивно понятный, удобный, а главное, привычный интерфейс, для начала работы с которым достаточно прочитать инструкцию. В отличие от аналогичных продуктов конкурентов, в данном прикладном решении активно используются регистры сведений, с помощью которых можно автоматически заносить цены в документы хозяйственных операций. Также используется сортировка контактных лиц в зависимости от отношений с контрагентом. При проведении документов, всегда можно посмотреть, какая информация и в каком количестве записывается в регистры, такая как себестоимость, остатки товаров, обороты продаж/закупок и т.д. В системе используется только основные необходимые инструменты для ведения учета товаров на предприятии, что позволяет пользователю, не отвлекаясь на ненужный для него функционал, вести учет. А если пользователю необходимо расширить функционал, то систему можно всегда доработать. Это значительно упрощает работу пользователю.

2) Минимальные технические требования. В среднем для стабильной работы в 1С в аналогичных конфигурациях требуется около 4 Гб ОЗУ и желательно 64-разрядную ОС, так как со временем информационная база увеличивается в размере и большинстве случаев приходится увеличивать объем ОЗУ.

Что касается же конфигурации «Учет товарных операций на предприятии 1.0», то пу-  
стая база этого прикладного решения весит около 5 Мб, что примерно в 50 раз меньше, чем  
прикладное решение «Управление торговлей 11». Обусловлено это тем, что в «Учет товар-  
ных операций на предприятии 1.0» содержатся только основные объекты метаданных кон-  
фигурации (упрощённый функционал), что значительно увеличивает производительность  
системы на низкопроизводительных ПК.

3) Сравнительно низкая стоимость. Как говорилось во втором пункте, для работы  
этой системы требуется значительно меньше ресурсов ПК, что значительно уменьшает де-  
нежные затраты на более производительную машину.

На сегодняшний день рыночная стоимость известного аналога этого прикладного ре-  
шения «Управление торговлей 11» составляет около 7000 рублей за «Базовую» версию и  
около 27000 за версию «ПРОФ». Исходя из этого несложно посчитать среднюю цену конку-  
рентного прототипа, она равна 17000 рублей. Также, для того чтобы эффективно пользо-  
ваться конкурирующим решением из-за наличия большого функционала, пользователю жела-  
тельно пройти курс ЦСО по «Управление торговлей 11», который стоит 9000 рублей.

Что касается же «Учет товарных операций на предприятии 1.0», то для того, чтобы эф-  
фективно пользоваться этим решением достаточно заплатить 7000 рублей. Дополнительно в  
комплект входит инструкция пользователю, которой вполне достаточно для того, чтобы ве-  
сти учет.

#### **Литература**

1. ООО «1С». Введение в конфигурирование в системе «1С:Предприятие 8». Ос-  
новные объекты. Версия 8.3, 2015, с. 16.
2. Конфигурирование в системе «1С:Предприятие 8». Решение оперативных за-  
дач. Версия 8.3, 2007, с. 38-53.

УДК 336.221.4

## **НАЛОГООБЛОЖЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ МАЛОГО БИЗНЕСА**

**Гафарова Оксана Владимировна**

Технологический институт (филиал) ДГТУ в г. Азове,  
г. Азов, Россия

#### **Аннотация**

*В статье рассматриваются налоговые режимы, которые могут выбрать общества  
с ограниченной ответственностью в соответствии с законодательством Российской  
Федерации. Налоговые режимы рассмотрены в полном объеме, что позволит обществам  
сделать выбор в пользу одного из них.*

**Ключевые слова:** режим, налогообложение, налогоплательщики, общество

## **TAXATION OF SMALL BUSINESSES**

**Gafarova Oksana Vladimirovna**

Technical Institute (branch) of DGTU in Azov,  
Azov, Russia

#### **Abstract**

*The article discusses tax regimes that limited liability companies can choose in accordance  
with the legislation of the Russian Federation. Tax regimes have been reviewed in full.*

**Keywords:** regime, taxation, taxpayers, society

Общество с ограниченной ответственностью (далее ООО) облагается налогообложением, которое обязательно для всех организаций в части оплаты необходимых налогов. Участники общества самостоятельно выбирают систему налогообложения для ООО, правильность этого выбора предопределяет дальнейшую налоговую нагрузку общества.

Налоговый кодекс рассматривает несколько режимов (систем) налогообложения, при этом, по законодательству РФ, организации могут выбрать одну из нижеперечисленных систем сбора налогов[1]:

1. Общая или основная система налогообложения (ОСНО): оплачивают все налогоплательщики без ограничений. Ставка налога на прибыль в общем случае 20%, при этом периодом является календарный год. НДС оплачивается в зависимости от вида товаров и услуг в пределах 0-18%, период - квартал. Ставкой по налогу на имущество организаций является до 2,2%, период - календарный год.

2. Упрощенная система налогообложения (УСН), причем существует два отличающихся друг от друга способа оплаты налогов - УСН «Доходы» и УСН «Доходы минус расходы».

При использовании УСН «Доходы» установлен лимит по получаемым в год доходам, что в 2018 году не может превышать 150 млн. рублей, а также количество работников не может превышать 100 человек. облагается полученный доход без учета произведенных расходов. Налоговой ставкой в общем случае является 6%, однако регионы вправе снижать ставку до 1%. Периодом является календарный год, при этом, необходимо платить квартальный авансовый платеж, в случаях, если в этом квартале были получены доходы.

При использовании УСН «Доходы минус расходы» также установлен лимит по получаемым в год доходов, конкретно в 2018 году не превышает 150 млн. рублей, а также количество работников не должно превышать 100 человек, однако при данном налогообложении, облагается разница между полученными доходами и доказанными обоснованными расходами. При этом, в случае уплаты минимального налога, налоговой базой будут считаться полученные доходы. Налоговой ставкой в общем случае является 15%, однако региональные центры могут снижать ставку до 5% на свое усмотрение. При этом нужно учитывать, что ставка минимального налога при всех равных условиях равна 1%. Периодом считается календарный год, однако, в обязательном порядке необходимо уплачивать квартальный авансовый платеж, но при условии, что в данном квартале организацией был получен какой-либо доход.

3. Единый налог на вмененный доход (ЕНВД):

При данном налогообложении разрешены только определенные виды деятельности, а именно отдельные услуги, розничная торговля, соблюдая площадь до 150 кв. м., но при этом имеются региональные особенности. облагается вмененный доход, т.е. тот, который рассчитан и не связан с реально получаемым доходом. Налоговая ставка составляет 15%, однако региональные центры имеют право снижать ставку не менее 7,5%. Период по налогообложению - каждый квартал.

4. Единый сельскохозяйственный налог (ЕСХН).

Данный налоговый режим могут перейти сельхозпроизводители и рыбохозяйственные организации. Разница между полученными доходами и доказанными обоснованными расходами. 6%. Периодом по данной системе является календарный год, однако в случае получения дохода, необходимо уплачивать авансовый платеж по итогам полугодия.

При этом необходимо знать, что налоговые системы различаются между собой элементами, например:

- объект налогообложения, т.е. то, что облагается налогом (доход, имущество);
- налоговая база, т.е. объект налогообложения в денежном выражении;
- налоговый период, т.е. временной период, за который рассчитывается налог;

- налоговая ставка, т.е. процент налоговых начислений;
- порядок расчета и срок уплаты налога.

Таким образом, много существенных факторов влияют на выбор какой-либо системы налогообложения для ООО в настоящее время, в результате чего налоговая нагрузка одной и той же организации на разных режимах может отличаться в разы [2].

#### **Литература**

1. Официальный сайт Министерства финансов РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.minfin.ru> (Дата обращения: 30.04.2019).
2. Гафарова О.В. Роль федерального бюджета в социально-экономическом развитии страны Академическая наука - проблемы и достижения Материалы VII международной научно-практической конференции. North Charleston, SC, USA, 2015. С. 239-244

УДК 378, 371, 165

### **МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИДАКТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ КОММУНИКАТИВНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ СЛУШАТЕЛЯ В СИСТЕМЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**Галкина Нина Михайловна, Пятко Наталья Евгеньевна**  
Технологический институт (филиал) ДГТУ в г. Азове,  
г. Азов, Россия

***Аннотация:** в статье рассматриваются методологические основания системы обеспечения развития и актуализации коммуникативной компетентности слушателя в системе ДПО и определяются актуальные преобразования системы дополнительного профессионального образования.*

***Ключевые слова:** дополнительное профессиональное образование; слушатели с ограниченными физическими возможностями; компетентность; ключевые компетентности.*

### **MODELING OF DIDACTIC CONDITIONS OF COMMUNICATIVE COMPETENCE OF THE LISTENER IN THE SYSTEM OF ADDITIONAL PROFESSIONAL EDUCATION**

**Galkina Nina Mikhailovna, Pyatko Natalia Evgenievna**  
Technological Institute (branch) of DSTU in Azov  
Azov, Russia

***Abstract:** the article discusses the methodological foundations of the system of ensuring the development and updating of communicative competence of the listener in the system of DPO and determines the actual transformation of the system of additional professional education.*

***Key words:** additional professional education; students with disabilities; competence; main competencies.*

Моделируя дидактические условия актуализации коммуникативной компетентности слушателя ДПО необходимо проанализировать существующий опыт переподготовки и повышения квалификации специалистов, который многие исследователи (Вершловский С.Г., Гаргай В.Б., Кулюткин Ю.Н., Никитин Э.М., Слостенин В.А. и др.) определяют в своих характеристиках как устойчивую административно-догматическую образовательную парадиг-

му. Анализируя характеристики образовательного процесса в системе ДПО, можно сделать следующие выводы:

- система переподготовки и повышения квалификации изолирована от влияния предприятий и организаций, самих работников.
- отсутствует взаимодействие между работодателями, преподавателями и слушателями, что снижает качество подготовки специалиста.
- не разработаны качественно информационные технологии.
- слушатель ДПО не ориентирован на личную ответственность за результаты своего обучения.
- программы переподготовки и повышения квалификации должны пройти переоценку содержательного и процессуального компонентов.

В качестве методологических оснований системы обеспечения развития и актуализации коммуникативной компетентности слушателя в системе ДПО (переподготовки и повышения квалификации) было определено:

- непрерывность, которая предполагает ориентированность на социальный заказ работодателей и учет традиций корпоративной культуры в процессе реализации дополнительных образовательных услуг.
- компетентностный подход, который ориентирует систему ДПО на обеспечение функционирования к обеспечению процессов актуализации и развития повышения квалификации слушателей;
- андрагогический подход, который ориентирует повышение квалификации слушателей на разработку соответствующих форм, методов, средств и способов организации учебного процесса.

Следующим шагом в моделировании дидактических условий актуализации коммуникативной компетентности слушателя в системе ДПО является расширение перечня принципов, рассмотренных выше, включением следующего:

- обоснование особенностей реализации модульно-рейтинговой модели организации образовательного процесса ДПО,
- создание условий выбора и реализации слушателем индивидуальной образовательной (профессиональной) траектории на основе использования инновационных образовательных технологий и принципа асинхронности обучения.

Моделируя условия актуализации коммуникативной компетентности в системе ДПО, следует обратиться к исследованиям, в которых переход от принципа «образование на всю жизнь» к принципу «образование через всю жизнь» (что и есть суть непрерывного образования) рассматривается как результат реализации дистанционного образования [1]. В исследованиях А.А. Андреева, А.А. Калмыкова, В.Г. Кинелева, Е.С. Полат, И.Г. Семакина, В.И. Солдаткина, А.В. Хуторского и др. рассматривается проблема использования дистанционного обучения в образовательном процессе и в дополнительном образовании, в частности. При этом акцентируется внимание на том, что именно дистанционное образование обеспечивает максимальные условия для самостоятельного развития слушателя: личный выбор места обучения, времени и темпа обучения и пр.

Включение дистанционного обучения в процесс дополнительного профессионального образования значим, поскольку открытость коммуникативного пространства (являясь одним из принципов дистанционного образования) является условием актуализации коммуникативной компетентности слушателя. Использование дистанционного обучения позволит обеспечить обратную связь между преподавателями и слушателями, а также между преподавателями и заказчиками со стороны предприятия (организации), между слушателями и содержанием программы переподготовки и повышения квалификации.

Дистанционное обучение в ДПО обеспечивает переход из позиции преподавателя вуза в консультанта. Преподаватель в процессе консультирования ориентирует слушателя на самостоятельную работу и направляет его на более высокий уровень, где слушатель может проявить образовательную активность и рост профессионального мастерства. Важно, что для реализации андрагогического подхода преподаватель может выступать в различных ролевых позициях. Преподаватель может выступить в роли консультанта, автора, эксперта, фасилитатора.

Включение дистанционных форм обучения предполагает обращение к понятию дистанционная образовательная система (ДОС), которая актуализирует системный подход в рассмотрении условий становления коммуникативной компетентности слушателей и представляется в следующем виде: средства обучения, материально – техническая, коммуникативно – информационная система, научно-методические исследования, организационная, нормативно - правовая, маркетинговая системы.

Следовательно, связями между системами ДОС является организация процесса в дополнительном образовании, информационные и коммуникативные связи, педагогические технологии.

#### **Литература:**

1. Николаева Л. И. Инновации в механизмах управления дистанционным образованием. Автореф. ... канд. экон.н., Санкт-Петербург, 2007

УДК 004

### **ВСЕОБЩЕЕ УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ И РЕИНЖИНИРИНГ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ: СОВРЕМЕННАЯ СИТУАЦИЯ В БИЗНЕСЕ**

**Чурсина Валерия Алексеевна, Пятко Наталья Евгеньевна**

Донской государственный технический университет,  
Ростов-на-Дону, Россия

***Аннотация:** Целью исследования является сравнение и сопоставление двух подходов: Всеобщего управления качеством (TQM) и реинжиниринга бизнес-процессов (BPR). Это предварительное исследование, и оно фокусируется на основных областях, предположениях и области применения, относящихся как к TQM, так и к BPR. Несмотря на то, что два подхода ориентированы на производительность, организационную эффективность и результативность, практическое использование этих подходов отличается. В статье рассматривается каждый подход и отмечаются потенциальные выгоды в конкретных ситуациях их интеграции. В исследовании также делается попытка определить, может ли один подход затмить другой.*

***Ключевые слова:** BPR, TQM, бизнес-процессы, реинжиниринг бизнес процессов, всеобщий контроль качества, непрерывное улучшение. радикальный подход, улучшение процесса.*

### **TOTAL QUALITY MANAGEMENT AND BUSINESS PROCESS REENGINEERING: THE CURRENT SITUATION IN BUSINESS**

**Chursina Valery Alexeyevna, Pyatko Natalia Evgenievna**

Don state technical university,  
Rostov-on-Don, Russia

***Abstract:** The aim of the study is to compare and compare two approaches: Total Quality Management (TQM) and Business Process Reengineering (BPR). This is a preliminary study, and it focuses on the main areas, assumptions and applications related to both TQM and BPR. Despite the fact that the two approaches are focused on productivity, organizational effectiveness and efficiency, the practical use of these approaches is different. The article discusses each approach and notes the potential benefits in specific situations of their integration. The study also attempts to determine whether one approach overshadows the other.*

***Keywords:** BPR, TQM, business processes, business process reengineering, total quality management, continuous improvement. radical approach, process improvement.*

## **ВВЕДЕНИЕ**

На внутреннем и международном рынках существует огромное давление на компании, от них требуется постоянное повышение производительности и для этого они должны переходить в новые области и эффективно координировать свою деятельность. В новом мире бизнеса компании должны обратить свое внимание на Всеобщее управление качеством (TQM) и реинжиниринг бизнес-процессов (BPR). TQM, как правило, фокусируется на изменениях и программах, которые требуют постепенного улучшения рабочих процессов, а сторонники реинжиниринга ищут пути для фундаментальных изменений и создания процессов «с чистого листа». Многие ученые рассматривают BPR как радикальный подход, который бросает вызов традиционной структуре, например, такой как специализация на задачах. Руководители компаний должны понимать и управлять этими системами, иначе организации рискуют стать неустойчивыми и столкнутся с проблемами выживания на рынке. В исследовании проводится сравнительный анализ между измерениями TQM и BPR и рассматриваются преимущества объединения концепций в организациях двадцать первого века.

### **Всеобщее управление качеством**

TQM - это философия и руководящие принципы, это сотрудничество людей и процессов для производства продуктов и услуг с целью удовлетворения потребностей и ожиданий клиентов. Качество как «концепция совершенства» распространяется на все аспекты работы и жизни, и TQM подвергается риску, если качество жизни (которое включает в себя и качество трудовой жизни) не рассматривается. Качество обслуживания клиентов считается одним из основных факторов, определяющих эффективность бизнеса и организации должны определять бизнес-стратегии с учетом внутренних и внешних факторов, а также избегая снижения качества обслуживания [3].

Подход TQM, даже с учетом его стратегической направленности, позволяет организациям быть эффективными и действенными и придает большое значение сотрудничеству для улучшения процессов и максимального удовлетворения клиентов. Клиенты будут оценивать как продукты, так и услуги и будут отдавать предпочтение тем, которые соответствуют высоким стандартам. TQM позволяет достичь эффективности тем, чтобы «сделать все правильно с первого раза» и избежать дорогостоящих переделок. Исследования доказывают, что TQM является идеальным подходом для успеха в производстве, сфере услуг и государственном секторе, но внедрение подхода стало неудачным из-за плохого управления и неэффективных методов работы. Успешные организации создаются благодаря эффективной работе их руководства.

Качество мирового уровня - это уникальное направление. Качество является универсальной ценностью, которую можно измерять, контролировать, планировать и проверять с

помощью различных технических или управленческих методов и техник. Качество начинается в функциональных отделах, а не в отделах качества, поскольку функциональные отделы отвечают за проблемы. Отдел качества должен измерять соответствие, сообщать о результатах и руководить движением к выработке позитивного отношения к улучшению качества. Организации протестировали различные инструменты, такие как реинжиниринг бизнес-процессов, ISO: 9000, статистический контроль процессов (SPC) и «Six Sigma». За последние 50 лет эти и многие другие технические методы и поведенческие концепции были объединены и названы TQM.

Преимуществами TQM являются, среди прочего, его долгосрочные преимущества, такие как повышение производительности, снижение затрат и лояльность клиентов. Его недостатки заключаются в том, что долгосрочные планы TQM могут ограничивать гибкость и динамичность организации и что TQM призывает к организационным изменениям, а не требует радикальных организационных реформ.

### **Реинжиниринг бизнес-процессов**

Реинжиниринг - это переосмысление и радикальная перестройка бизнес-процессов для достижения значительного и существенного улучшения показателей эффективности. Это обеспечивает преобразование товаров и услуг. Процесс реинжиниринга включает четыре этапа: определить процесс, который необходимо изменить, понять процесс, перепроектировать процесс и внедрить новый процесс. Реинжиниринг оценивает как организация ведет бизнес, сосредотачиваясь на основных процессах. BPR использует анализ рабочих процессов для определения заданий, которые можно удалить или объединить для повышения эффективности работы организации. Часто эти меры относятся к качеству и обслуживанию.

В центре внимания BPR - усовершенствование разработки продуктов, включая обслуживание клиентов и предоставление услуг, обучение работников выполнению более чем одной функции и реорганизацию операций для ускорения процессов. BPR часто используется организациями для сокращения затрат и получения дополнительной прибыли. Адвокаты связывают BPR с опасностями, проблемами и быстрыми решениями, но многие организации готовы рисковать и экспериментировать с BPR, чтобы добиться успеха. В связи с задержками реагирования на быстрые изменения в организациях реинжиниринг решает проблемы путем интеграции рабочих процессов, и такая оптимизация делает их более быстрыми и, следовательно, более чувствительными к изменениям в конкуренции. Кроме того, успех реинжиниринга требует «почти революционных изменений» в том, как организации проектируют свои структуры. С реинжинирингом, изменяющим статус-кво, он склоняется к значительному повышению эффективности деятельности организации [1].

Хотя реинжиниринг и сокращения могут иметь различный «прикладной опыт», они частично совпадают. Реинжиниринг может привести к таким процессам, где требуется меньше людей и меньше уровней управления. С другой стороны, и сокращение может потребовать реинжиниринговых вмешательств. При реинжиниринге «фокусирование на рабочих процессах помогает разрушить вертикальную ориентацию функциональных и подразделенных организаций. Идентификация и оценка основных бизнес-процессов и реорганизация работы с учетом «взаимозависимостей задач» в результате дают новые рабочие места или команды, в которых особое внимание уделяется «многофункциональным задачам, ориентированным на результаты обратной связи и расширение прав и возможностей сотрудников.

BPR нуждается в поддержке высшего руководства. Сотрудники могут принимать BPR с энтузиазмом или могут сомневаться в последних этапах его реализации. При радикальном внедрении BPR менеджеры вынуждены выступать в роли гидов, а персонал может потерять работу. Для достижения устойчивых результатов компании должны сосредоточиться на ре-

инжиниринге, стратегии и процессах. Критики и ученые отмечают, что некоторые проекты по реинжинирингу не соответствуют целям и создают сбои и дисгармонию в результате увольнений. Однако неудачи реинжиниринга стоит рассматривать как применяемые на тактическом уровне, а не на стратегическом. Учитывая риск и затраты, связанные с этой революционной тактикой, процесс реинжиниринга может оказаться невозможным.

Пятиступенчатый подход к BPR включает в себя следующее: разработать бизнес-концепцию, которая нацелена на снижение затрат, улучшение качества и сокращение времени; выявить процессы, которые необходимо перестроить; понять и измерить текущий процесс, чтобы избежать повторения старых ошибок и обеспечить «основу для будущих улучшений»; определить ИТ-рычаги; спроектировать и построить прототип, таким образом, приведя BPR в соответствие с быстрым достижением результатов [2].

Кроме того, стратегические аспекты BPR включают определение приоритетов целей, определение структуры процесса, а также определение новых продуктов и рыночных возможностей. Факторы успеха BPR зависят от тех, кто им руководит, включая мотивирующий фактор, чтобы быть креативным и применять свои знания для реструктуризации бизнес-процессов. В начале 1990-х годов реинжиниринг превратился из «радикальных изменений» в «учет контекстуального реализма» и сотрудничества с изменениями процессов, такими как TQM.

При оценке реинжиниринга более чем в ста компаниях выяснилось что он существенно повлиял на общую стоимость бизнес-единицы. Кроме того, в ходе исследования 23 проектов по успешному реинжинирингу отмечалось, что они характеризовались четким видением перемен, использованием информационных технологий, приверженностью высшего руководства, четкими измерениями и обучением участников командной работы.

Хотя критика в отношении BPR очевидна, он устраняет бюрократию и повышает эффективность. Согласно исследованиям восемьдесят процентов компаний, внедряющих BPR, удовлетворены результатами. Следовательно, BPR перестраивает организационные процессы для значительного улучшения производительности, которая включает в себя такие параметры как стоимость, качество, сервис и скорость. BPR может быть более подходящим для тех компаний, которые стремятся к радикальным изменениям, испытывают проблемы и приближаются к «банкротству».

### **Контраст: TQM и BPR**

TQM и BPR имеют «кроссфункциональную ориентацию». Специалисты по качеству склонны концентрироваться на постепенных изменениях и «постепенном улучшении процессов», в то время как сторонники реинжиниринга стремятся к радикальному изменению и улучшению процессов. TQM относится к «программам и инициативам», в которых акцент делается на постепенное улучшение рабочих процессов и результатов, охватывающих «открытый» период времени. С другой стороны, реинжиниринг или реструктуризация бизнес-процессов относится к «самостоятельным инициативам» с целью достижения «радикально переработанных и улучшенных рабочих процессов в ограниченные сроки». Во-первых, при TQM уровень изменений возрастает, а риск умеренный. BPR же наоборот, весьма радикален и риск высок. Кроме того, TQM является восходящим подходом, а BPR использует нисходящий.

Постоянное улучшение должно быть в приоритете у компании и должно послужить основой для изменений и улучшений BPR, не упуская из виду, что TQM также способствует «прорывным улучшениям». Инструменты и методы, используемые в постоянном улучшении, используются в проектах BPR; и многие принципы и практики BPR похожи на те, кото-

рые «объясняют TQM». И TQM, и BPR имеют общие зоны. BPR фокусируется на достижении повышения производительности. В отличие от других методов, BPR является мощным средством и рекомендуется для организаций, которым необходимо «пробуждение». TQM опирается на «совместную работу, участие и сотрудничество»; в то время как с BPR, более радикальные требования должны исходить от высшего руководства. Некоторые предположения заключаются в том, что TQM перешел к BPR, хотя другие утверждают, что его можно рассматривать как дополнение и / или предшественника BPR [4].

TQM и BPR являются важными элементами стратегий организационных изменений в будущем. Некоторые специалисты рассматривают TQM и BPR как «взаимодополняющие и целостные подходы», а не как противоположные взгляды друг на друга. Хотя BPR и TQM имеют одинаковую направленность на улучшение организационных процессов, TQM рассматривается как постепенный, эволюционный подход, концентрирующийся на постоянном улучшении. Однако авторы, работающие с BPR, считают, что и BPR, и TQM должны дополнять друг друга и быть неотъемлемой частью процессно-ориентированной системы стратегического управления.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Для эффективной организации работы в компании все её процессы и функции должны быть объединены в одну систему. Известный метод «двойной петли» является основополагающим для успешного внедрения TQM и BPR, поскольку они связаны с крупномасштабными изменениями и переосмыслением существующих систем и процессов. Есть основания для исследования двух критических областей TQM и BPR, поскольку колеблющиеся рынки вынуждают организации считаться с конкуренцией. Переход к более высоким уровням достижения результатов является целью современных организаций. Должны быть проведены аналогичные исследования, чтобы наметить результаты и полезность TQM и BPR и определить, что должно использоваться в организациях. И TQM, и BPR - это подходы, которые могут помочь руководителям переосмыслить методы работы, чтобы привести свои организации к успеху.

### **Литература:**

1. Абдикеев Н.М., Данько Т.П., Ильдеменов С.В., Киселёв А.Д. Реинжиниринг бизнес-процессов. Полный курс MBA. – М.: ЭКСМО, 2005., – 587 с.
2. Абдикеев Н.М., Киселёв А.Д. Управление знаниями корпорации и реинжиниринг бизнеса. – М.: ИнфраМ, 2011. – 384 с. 2. Реинжиниринг бизнес-процессов // А.О. Блинов и др.; под ред. А.О. Блинова. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2010. – 343с.
3. Кирисов С.В. Теория и практика применения процессного подхода к управлению качеством деятельности организации: монография. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2009. – 80с.
4. Тельнов Ю.Ф. Реинжиниринг бизнес-процессов. Компонентная методология. – М.: Финансы и статистика, 2004 г. – 320 с.

УДК 004

## **ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ ПЛАНИРОВАНИЯ СКЛАДСКИХ ЗАПАСОВ НА ПРЕДПРИЯТИИ**

**Пятко Наталья Евгеньевна, Чурсина Валерия Алексеевна**  
Донской государственный технический университет,  
г. Ростов-на-Дону, Россия

**Аннотация:** Статья посвящена важности процесса планирования запасов на предприятии. От грамотно выстроенной стратегии планирования зависит финансовое состояние организации. Точность при расчетах объема закупок зависит от применяемых методов прогнозирования. Использование корпоративной системы планирования позволяет повысить эффективность управления складскими запасами предприятия.

**Ключевые слова:** планирование, система планирования, прогнозирование, КИС, объем закупок, IT-предприятия, IT-бизнес.

## FEATURES OF THE INVENTORY PLANNING SYSTEM AT THE ENTERPRISE

**Ryatko Natalia Evgenievna, Chursina Valery Alexeyevna**

Don state technical university,

Rostov-on-Don, Russia

**Abstract:** The article is devoted to the importance of the inventory planning process in the enterprise. The financial condition of the organization depends on a well-built planning strategy. The accuracy in the calculation of the volume of purchases depends on the applied prediction methods. The use of corporate planning system can improve the efficiency of inventory management of the enterprise.

**Keywords:** planning, planning system, forecasting, CIS, volume of purchases, IT-enterprise, IT-business.

Объем запасов напрямую влияет на финансовое положение предприятия. В связи с этим вопрос прогнозирования запасов является важным моментом при планировании деятельности организации.

В вопросе прогнозирования запасов важную роль играет план реализации продукции. Взаимосвязь проста: если продажи превышают запланированный объем, то возможно образование дефицита, если продажи меньше предполагаемого уровня – возникает угроза потерь финансов в связи с необходимостью содержать невостребованную продукцию и ухудшением ее состояния, а также из-за наличия законсервированных средств.

В случае, если речь идет о возникшем дефиците запасов либо необходимости в ресурсах для операционного процесса, все управление запасами будет заключаться в актуальных доставках требуемой продукции или сырья.

Также важную роль при этом играет точность прогнозирования относительно реализации товаров. Например, если мы испытываем потребность в 30 тоннах строительного бетона для организации операционного процесса и при этом нам известен поставщик, который располагает свои склады поблизости и может обеспечить нас этим сырьем даже в превышающем требуемый размере, то все наши действия будут сведены к решению транспортного вопроса для доставки ресурсов, а также их получению и размещению.

Однако точность прогнозирования не является постоянной величиной.

Всегда существует вероятность реализации рисков, связанных с образованием дефицита или излишков запасов, которые могут быть минимизированы посредством применения наиболее подходящих способов управления запасами. В этом вопросе важно разграничивать процесс управления запасами от других логистических процессов, потому как главной задачей создания запасов является защита предприятия от сбоев в работе по причине нехватки необходимых ресурсов. Именно поэтому высшее руководство организации должно выработать конкретную политику управления запасами. Нижестоящие администраторы и рядовые сотрудники не имеют таких полномочий и достаточной компетенции.

Управление товарными, производственными, логистическими, складскими и иными запасами разных видов базируется на схожих правилах и способах, которые будут работать всегда, но наибольшей результативности в каждом отдельном случае позволят добиться разные методы. Чтобы было понятнее, стоит рассмотреть следующий пример: пилой можно разделить хлеб или мясо, а ножом напилить доски (пусть даже это будет очень трудоемкий и долгий процесс), однако, чтобы выполнить эти задачи более эффективно, используемый инструментарий стоит поменять местами.

Эвристические методы базируются на опыте экспертов в данной сфере, которые анализируют данные за каждый отчетный период, а также условия развития рынка, на основе чего дают заключение об оптимальных порогах запасов для организации. Определяющим здесь является субъективное мнение профессионалов о перспективах развития рынка. На должность подобного эксперта может быть назначен служащий, занимающийся вопросами стандартизации запасов. Основным применяемым эвристическим методом является опытно-статистический.

В ситуациях, когда в области управления запасами возникают некоторые трудности, к экспертной работе привлекается сразу группа сотрудников. Решение возникшей проблемы принимается на основании совокупности мнений специалистов с использованием разработанного для этих целей порядка действий.

Полученный результат обычно высокоэффективен. Описанный метод также относится к эвристическим и называется «метод экспертных оценок».

В основе метода технико-экономических расчетов лежит принцип классификации запасов на категории в зависимости от их предназначения.

Следующим этапом для выделенных групп определяются сезонный, действительный и страховой запасы, которые также могут быть разделены на составляющие. Этот способ требует приложения значительных усилий для реализации, но при этом благодаря его применению специалисты получают оптимальные показатели требуемого объема запасов.

Экономико-математические методы основываются на представлении о спросе как о переменной величине, для расчета которой применимы статистические способы. Наиболее удобным методом этой группы является метод экстраполяции, который на основании имеющихся данных о спросе в предыдущие периоды помогает спрогнозировать развитие спроса в перспективе.

Современные компьютерные технологии позволяют довольно подробно планировать производственный процесс, например, планирование каждого вида работ на конкретном участке и назначение конкретного работника на определенное оборудование в определенный момент времени. Есть и такие системы, которые фиксируют точное состояние каждой работы и каждого ресурса [1].

Первой широко используемой корпоративной системой планирования на предприятии стала MRP система (Material Requirement Planning – «Планирование материальных потребностей предприятия»). Такие системы разрабатывались с целью использования предприятиями, занимающимися производством. Системы MRP состоят из элементов, которые делятся на входные и выходные данные.

К входным можно отнести данные о состоянии запасов (в том числе незавершенное производство и готовая продукция) и спецификации, которые представляют собой список основных ресурсов или комплектующих для одной единицы продукта, количество изделий, время выполнения и поставки заказа.

На выходе пользователь получает план заказов на закупку или производство материалов и комплектующих (график с разбивкой на периоды), корректировки в плановых заказах в виде изменения даты, объема заказа, а также подсчет остатка запасов с учетом количества расходов ресурсов.

Позже была предложена более совершенная система планирования ресурсов, получившая название MRP II (Manufacture Resource Planning). В настоящее время стандарт MRP II положен в основу разработки ядра стандартизированной ERP.

ERP (Enterprise Resource Planning) – это корпоративная информационная система, предназначенная для контроля, учета и анализа всех видов бизнес-процессов и решения бизнес-задач в масштабе предприятия.

Практика показывает, что практически у любой компании есть потенциал для увеличения продаж, прибыли и рентабельности за счет оптимизации запасов готовой продукции на складе, уменьшения сроков выполнения заказов и проведения комплекса других мероприятий по повышению эффективности.

Таким образом, оптимизировав управление запасами и деятельность склада, компания существенно снижает затраты. Рентабельность предприятия повышается (в отдельных случаях до 30%), а себестоимость конечной продукции, наоборот, падает.

**Литература:**

1. Кликунов Н.Д. Модели оптимального управления складскими запасами // Наука и практика регионов.- № 3 (8). – 2017. – С.5-11

УДК 331

**АНАЛИЗ КАДРОВОГО ПОТЕНЦИАЛА ООО «БОРСК»**

**Гогитидзе Мери Вахтангиевна**

Технологический институт (филиал) ДГТУ в г. Азове,  
г. Азов, Россия

**Аннотация**

*В статье представлены результаты проведенного исследования кадрового потенциала сотрудников строительной организации ООО «БОРСК». Проведен анализ кадрового потенциала ООО «БОРСК», обоснованы результаты выявленной динамики. Выявлены приоритеты кадровой политики ООО «БОРСК», а также направления ее совершенствования.*

**Ключевые слова:** кадровая политика, кадровый потенциал.

**ANALYSIS OF HUMAN POTENTIAL LLC "BORSK"**

**Gogitidze Meri Vakhtangievna**

Technological Institute (branch) of DSTU in Azov  
Azov, Russia

**Abstract**

*The article presents the results of the study of the personnel potential of the employees of the construction company LLC BORSK. The analysis of the personnel potential of LLC "BORSK", the results of the identified dynamics are substantiated. The priorities of the personnel policy of LLC "BORSK", as well as the directions of its improvement are identified.*

**Keywords:** personnel policy, personnel potential.

**Введение**

Кадровая политика предприятия - представляет собой тщательно разработанную стратегию предприятия, предусматривающая все формы и средства работы с персоналом.

Кадровая политика предприятия преследует своей целью:

1. формирование квалифицированных кадров, обладающих высокой производительностью труда и ориентированных на достижение единых целей компании;
2. развитие кадрового потенциала предприятия;
3. обеспечение благоприятных условий труда отвечающих требованиям законодательства РФ;
4. разработка стратегических и тактических действий в области работы с персоналом организации.

Достижение основополагающих целей кадровой политики предприятия предполагает выполнение следующих задач:

1. обеспечивать организацию опытными высококвалифицированными кадрами;
2. рационально задействовать кадровый потенциал сотрудников предприятия во благо развития компании;
3. реализовывать в полном объеме направления социальной политики компании;
4. обеспечивать сохранение благоприятного климата в компании;
5. мотивировать сотрудников к достижению целей компании.

Кадровый потенциал предприятия включает в себя квалификационные характеристики работников, уровень их интеллектуального развития, совокупность умений и навыков, прилагаемых в производственном процессе.

На уровень сформированности кадрового потенциала предприятия оказывают влияние: личностные качества работников, уровень развития человеческого капитала[1], креативный подход к решению профессиональных задач, а также уровень запланированных инвестиций работодателя в развитие кадрового потенциала работников.

Теоретической основой данной статьи послужили труды: В. Бизюкова, В.А. Дятлова, П.В. А.Я. Кибанова, Ю.Г. Одегова и др.

Объектом исследования кадрового потенциала предприятия было выбрано ООО «БОРСК». Объект исследования функционирует на рынке строительных услуг в г. Ростове-на-Дону с 21.01.2014 г.. Основным видом деятельности предприятия является строительство жилых и нежилых зданий и сооружений.

За предшествующие три года работы на рынке строительных услуг, ООО «БОРСК» имеет опыт выполнения 13 государственных контрактов на общую сумму 18 313 322,27 руб., выручка в 2017 г. ООО «БОРСК» составила 59 704 000 руб.

Базовыми показателями оценки трудового потенциала субъекта экономических отношений являются: численный состав сотрудников, организация рабочего процесса или рабочая среда, уровень подготовки сотрудников к выполнению соответствующих видов работ.

Анализ кадрового потенциала ООО «БОРСК» будет проведен посредством рассмотрения следующих показателей:

1. численного состава сотрудников;
2. квалификационной характеристики сотрудников;
3. половозрастной структуры персонала;
4. динамики средней заработной платы и фонда оплаты труда;
5. динамики приема и увольнения;
6. показателей текучести, приема и оборота по увольнению кадров.

Динамика численности персонала по категориям сотрудников представлена в Таблице 1.

Таблица 1. Численность сотрудников ООО «БОРСК» за 2015-2017 гг. по категориям сотрудников

Показатель	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Абсолютное изменение, чел.		Относительное изменение, %	
				2016/2015 гг.	2017/2016 гг.	2016/2015 гг.	2017/2016 гг.
Численность персонала	82	107	156	25	49	130	145
В том числе:							
руководители	10	12	18	2	6	120	150
специалисты	23	27	32	4	5	117	118
рабочие	49	68	106	19	38	138	155

На основании данных, представленных в таблице 1 следует, что на протяжении всего анализируемого периода наблюдалась положительная динамика в увеличении кадрового состава сотрудников ООО «БОРСК». Прирост сотрудников в 2016 г. по сравнению с 2015 г. составил 25 чел., в 2017 г. по сравнению с 2016 г. на 49 чел. Прирост численности персонала объясняется увеличением спроса на строительные услуги оказываемые сотрудниками ООО «БОРСК», что в свою очередь обусловило расширение штата и перечня оказываемых услуг заказчикам.

На рисунке 1 продемонстрирована динамика уровня образования сотрудников ООО «БОРСК» за 2015-2017 гг.

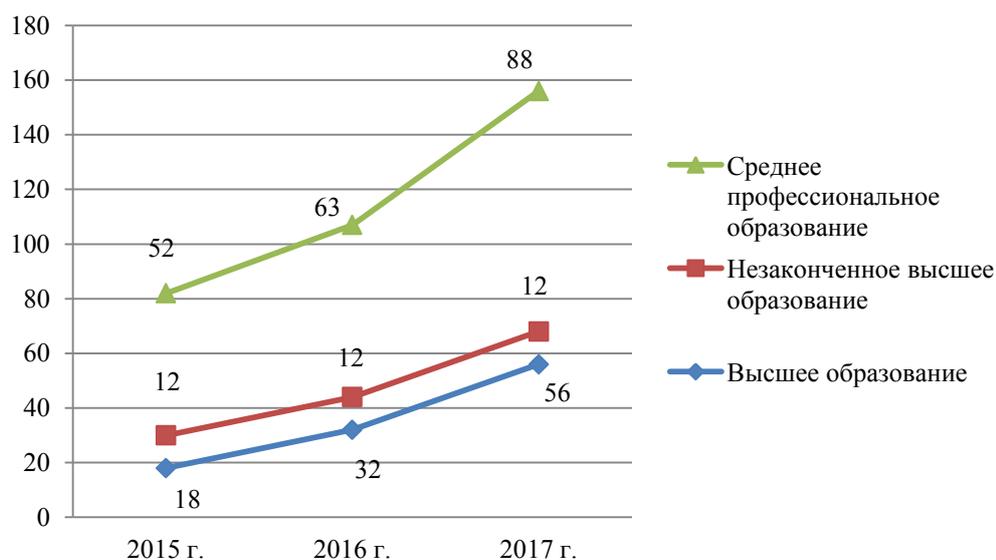


Рисунок 1 – Динамика уровня образования сотрудников ООО «БОРСК» за 2015-2017 гг., чел.

Согласно данным рисунка 1, образовательный потенциал ООО «БОРСК» достаточно высок. За анализируемый период уровень образования сотрудников объекта исследования имеет динамику положительного роста. В 2016 г. было трудоустроено 14 сотрудников с окончанным высшим образованием и 9 сотрудников с окончанным средне-профессиональным образованием. В 2017 г. уровень образования вновь принятых сотрудников характеризовался следующими значениями: 24 сотрудника с окончанным высшим образованием, 25 сотрудников с окончанным средне-профессиональным образованием. На протяжении всего анализируемого периода численный состав сотрудников

с незаконченным высшим образованием составлял 12 чел.

Причиной роста численного состава сотрудников ООО «БОРСК» с окончанным средне-профессиональным образованием является наличие партнерских взаимоотношений строительной кампании с учебными заведениями, осуществляющими подготовку кадров для строительного сектора национальной экономики. Данные взаимоотношения носят прикладной характер, так как студенты-практиканты во время прохождения практики на ООО «БОРСК» имеют возможность освоить работу специальной строительной техники, а также обсудить профессиональные вопросы со специалистами и работниками организации.

Поскольку ООО «БОРСК» имеет опыт систематического выполнения государственных контрактов, требования к сотрудникам и качеству оказываемых услуг и/или выполненных ими работ высокое. В связи с этим, объект исследования соблюдает требования единого квалификационного справочника должностей руководителей, специалистов и других служащих, при найме и трудоустройстве сотрудников на вакантные должности, а также требования профессиональных стандартов.

Согласно штатному расписанию, ООО «БОРСК» при трудоустройстве сотрудников, род деятельности которых связан на прямую с выполнением строительных работ и сопутствующих работ в сфере строительства основываются на квалификационных требованиях и трудовых функциях следующих профессиональных стандартов: руководящие должности (16.038); специалисты в области инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности (10.003); электромеханики (код 16.003; 16.050); машинисты (коды 16.022; 16.024; 16.027; 16.028; 16.058); монтажники (код 16.029; 16.030; 16.047; 16.052; 16.053; 16.054; 16.061; 16.062; 16.088; 16.089; 16.090; 16.091; 16.092); операторы (код 16.040; 16.041; 16.056; 16.071; 16.072; 16.073; 16.074; 16.075; 16.037); инженеры (код 16.064; 16.065; 16.066; 16.067; 16.068); работники (код 16.069; 16.070; 16.076; 16.081; 16.082; 16.083; 16.084; 16.085); слесари (код 16.045; 16.086; 16.087); рабочие специализации (16.021; 16.023; 16.026; 16.036; 16.039; 16.044; 16.046; 16.048; 16.055; 16.059; 16.079).

На рисунке 2 продемонстрирован возрастной состав персонала ООО «БОРСК»

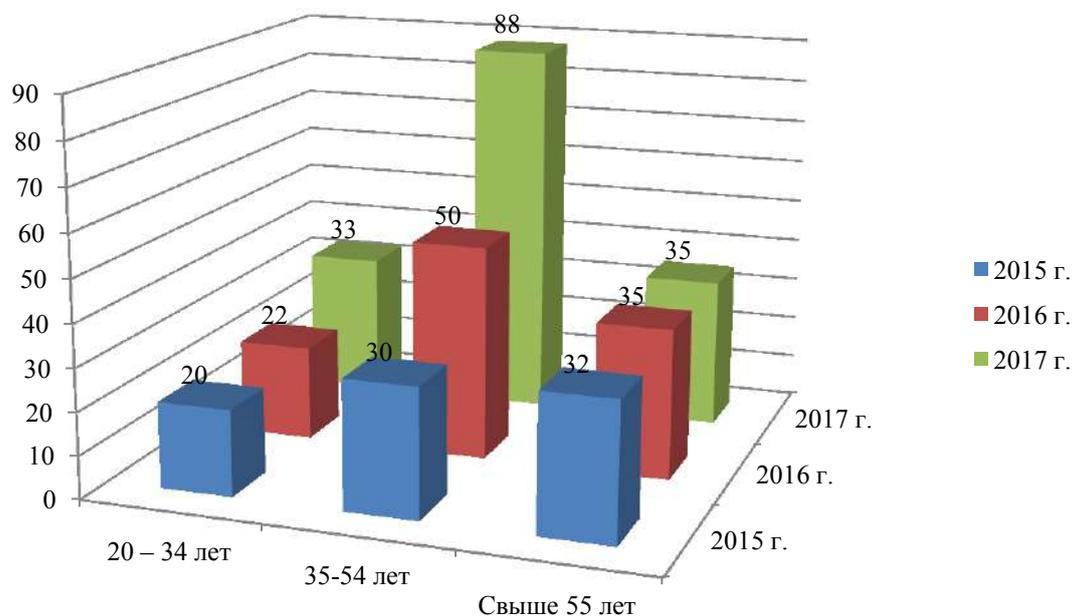


Рисунок 2– Возрастной состав персонала ООО «БОРСК» за 2015-2017 гг. (чел.)

Согласно данным рисунка 2 в ООО «БОРСК» наблюдается устойчивая тенденция к увеличению сотрудников в возрасте 20-34 лет, в 2015 г. численный состав сотрудников

данной возрастной группы составил 20 чел., в 2016 г. прирост численности сотрудников составил 2 чел., в 2017 г. прирост составил 11 чел. Ранее в работе, рост численного состава сотрудников упомянутой возрастной категории был обоснован, как результат взаимодействия кампании с учебными заведениями.

Наибольший прирост сотрудников наблюдался в возрастной категории 35-54 лет. В 2015 г. численный состав сотрудников данной возрастной группы составил 30 чел., в 2016 г. прирост составил 20 чел., в 2017 г. прирост составил 38 чел.

Причинами системного роста численного состава сотрудников упомянутой возрастной категории являются:

1. наличие вакантных должностей в связи с необходимостью выполнения подрядных работ;
2. наличие заказов на выполнение строительных работ;
3. масштабное высвобождение сотрудников из других отраслей и сфер деятельности.

Возрастная категория сотрудников свыше 55 лет характеризовалась следующими показателями: 2015 г. – 32 чел., 2016 г. прирост составил 3 чел., в 2017 г. прирост численного состава сотрудников данной возрастной группы не наблюдался.

На рисунке 3 представлен численный состав сотрудников ООО «БОРСК» по половой принадлежности.

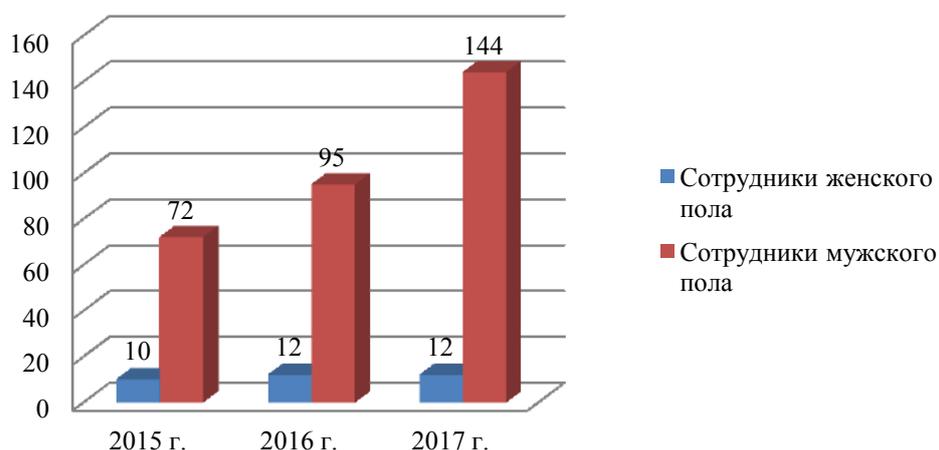


Рисунок 3 – Сотрудники ООО «БОРСК» по половой принадлежности (%)

Согласно данным рисунка 3, персонал ООО «БОРСК» представлен в основном сотрудниками мужского пола, так как выполнение строительных работ предполагает физические нагрузки. Сотрудники женского пола ООО «БОРСК» занимают следующие должности: главного бухгалтера, расчетчиц, сметчиц, дизайнера, крановщицы, проектировщиц, сотрудниц отдела кадров.

На рисунке 4 представлена структура персонала по стажу работы в ООО «БОРСК».

По результатам проиллюстрированных на рисунке 4 данных следует отметить, что:

1. в 2015 г. доля сотрудников ООО «БОРСК» со стажем до 1 года составила 2,4% или 2 чел., в 2016 г. - 23,4% или 25 чел., в 2017 г. - 31,4% или 49 чел.;

2. в 2015 г. доля сотрудников со стажем от 1 года до 2 лет в общей численности персонала ООО «БОРСК» составила 97,6% или 80 чел., в 2016 г. - 76,6% или 82 чел., в 2017 г. - 16% или 25 чел.;

3. доля сотрудников в 2017 г. со стажем более 3 лет в общей численности персонала ООО «БОРСК» составила 52,6% или 82 чел..

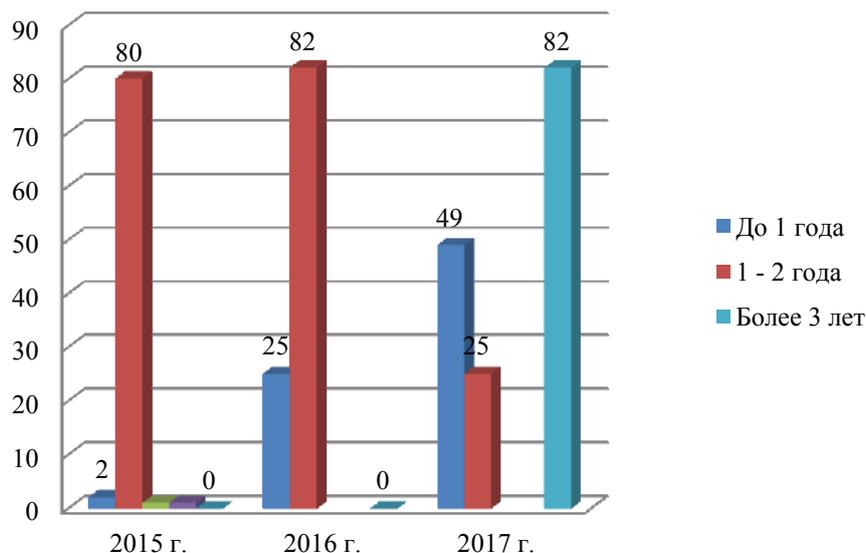


Рисунок 4 – Структура персонала по стажу работы в ООО «БОРСК» за 2015-2017 гг. (чел.)

Динамика средней заработной платы персонала в ООО «БОРСК» за 2015-2017 гг. приведена в таблице 2.

Таблица 2. Средняя заработная плата и фонд оплаты труда сотрудников ООО «БОРСК» за 2015-2017 гг.

Показатель	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Абсолютное изменение, руб.	
				2016/2015 гг.	2017/2016 гг.
Средняя заработная плата в месяц, руб.	27072	21735	23873	-5337	2138
Фонд оплаты труда, руб.	26638848	27907740	44690256	1268892	16782516

На основании данных представленных в таблице 2, можно сделать вывод, что в ООО «БОРСК» в 2016 г. наблюдалось снижение размера средней заработной платы на 5337 руб., в 2017 г. показатель увеличился на 2138 руб.. В целом, следует отметить, что снижение среднего размера заработной платы обусловлено систематическими задержками в расчетах заказчиков работ с ООО «БОРСК».

Показатель фонда оплаты труда в 2016 г. составил 27907740 руб. и увеличился на 1268892 руб.. В 2017 г. показатель составил 44690256 руб. и увеличился на 16782516 руб. Как ранее отмечалось рост показателей обусловлен расширением штата ООО «БОРСК» в 2016-2017 гг., а как следствие увеличение затрат на фонд оплаты труда.

На Рисунке 5 представлена структура валового оборота рабочей силы в ООО «БОРСК» за 2015-2017 гг.



Рисунок 5 - Динамика приема и увольнения в ООО «БОРСК» за 2015-2017 гг.

Из данных, представленных на Рисунке 5 следует, что на протяжении всего анализируемого периода наблюдается превышение числа принятых (2016 г. – 28 чел., 2017 г. – 7 чел.) сотрудников по отношению к уволенным (2016 г. – 2 чел., 2017 г. – 8 чел.).

Таблица 3. Показатели текучести, приема и оборота по увольнению в ООО «БОРСК» в 2015-2017 гг.

Показатель	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Коэффициент текучести кадров	0,16	0,16	0,15
Коэффициент оборота по приему	0,54	0,67	0,51
Коэффициент оборота по увольнению	0,23	0,21	0,19

Из данных таблицы 3 следует, что наиболее высока текучка кадров в ООО «БОРСК» наблюдалась в период 2015-2016 гг., основными причинами текучки кадров являлись увольнения по собственному желанию, низкий размер заработной платы, рост задолженности перед персоналом, нарушение техники безопасности. Следует также отметить, что в 2015-2016 гг. наблюдался рост значений коэффициента оборота по приёму на 0,13 пункта. Рост значений данного коэффициента обусловлен систематическим подбором сотрудников во избежание нарушения сроков приема-сдачи выполненных работ перед заказчиками.

В рамках кадровой политики и коллективного договора ООО «БОРСК» предусмотрены меры поощрения сотрудников за выполнение планов сдачи объектов строительства в срок, а также наказания за нарушение дисциплины труда. Несмотря на специфику деятельности ООО «БОРСК», а также преобладание в численном составе коллектива сотрудников мужского пола, на предприятие преобладает высокая дисциплина труда.

Подводя итоги проведенного анализа кадрового потенциала ООО «БОРСК» следует отметить, что объект исследования имеет тенденцию к наращиванию кадрового потенциала, а также возможности к дальнейшему его развитию и совершенствованию.

**Литература:**

1. Оруджева А.А., Гогитидзе М.В. Теоретико-методологические основы воспроизводства человеческого капитала // Экономические науки. 2017. № 157. С. 7-10.

УДК 372.862

**ЭЛЕМЕНТЫ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ РОБОТОТЕХНИКИ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ  
ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ**

**Лобзенко Павел Владимирович**

Донской государственный технический университет,  
г. Ростов-на-Дону, Россия

***Аннотация:** В статье показана возможность использования элементов робототехники при проведении занятий в высшей школе и сделаны выводы об эффективности проектного вида обучения.*

***Ключевые слова:** образовательная робототехника, Arduino, Lego, конструкции, программирование.*

**ELEMENTS OF EDUCATIONAL ROBOTICS IN THE EDUCATIONAL PROCESS OF  
HIGHER SCHOOL**

**Lobzenko Pavel Vladimirovich**

Don State Technical University,  
Rostov-on-Don, Russia

***Abstract:** The article shows the possibility of using elements of robotics in conducting classes in higher education and made conclusions about the effectiveness of the design type of training.*

***Keywords:** educational robotics, Arduino, Lego, constructions, programming.*

В настоящее время одним из перспективных направлений в обучении является образовательная робототехника. Это не случайно. Сложные машины и механизмы, роботизированные комплексы, просто роботы широко используются на производстве, в сфере обслуживания, обучения и развлечений. По различным данным в 2019г. только промышленных роботов в мире насчитывается около 2,5 млн. единиц и прогнозируемый ежегодный прирост этой отрасли составляет более 13% [1]. Еще с 2014г. правительством РФ решается задача информатизации и ИТ образования детей, молодежи и студентов. Это отражено в специальной программе «Развитие образовательной робототехники и непрерывного ИТ-образования», принятой Агентством инновационного развития при президенте РФ [2]. В этом году начался 3-й завершающий этап (2019г.-2020г.) ее выполнения. Основной идеей этой программы является активизация детского и юношеского творчества, а также внедрение робототехники в ВУЗ-овские программы обучения.

Основное применение робототехники, традиционно, - это дополнительное школьное образование и различного рода развивающие кружки и центры для детей. Однако, за последние 3-4 года интересующихся этой областью знаний и творчества стало значительно больше и, как говорят специалисты, они «повзрослели» [3]. Другими словами, все больше и больше студентов разрабатывают инновационные проекты на базе робототехни-

ки. Все это говорит о том, что и в высшей школе применение робототехники становится актуальным.

Занятия для детей по робототехнике обычно проводятся по типовому сценарию. Это тематические занятия и в самом начале ставится задача по исследованию какого-то узла, агрегата или датчика из конструкции робота. Затем, в первой части урока собирается соответствующая модель по инструкции или без нее. Во второй части – программируется созданный робот и решается поставленная задача или проводятся какие-либо соревнования. Так работают центры робототехники для школьников. Кстати, возраст обучающихся в них детей сейчас находится в рамках, приблизительно, от 6 до 13 лет и наблюдается расширение диапазона во все его стороны.

Очевидно, чтобы проводить подобные занятия необходимы конструкторы или комплектующие для сборки функционирующих моделей роботов. Самыми распространенными сейчас являются различные конструкторы ведущих игроков рынка – это, несомненно, Lego, Huna и Arduino.

Самым прогрессивным и универсальным конструктором для робототехники сейчас является Lego MindStorms EV-3. Он позиционируется для возраста обучающихся от 10 лет и до 21 года (рисунок 1).



Рисунок 1 – Состав конструктора Lego MindStorms EV-3

Из него возможно собрать 5 базовых моделей и более 50 производных (рисунок 2).



Рисунок 2- Примеры моделей из конструктора Lego MindStorms EV-3

Интересным и развитым также является корейский конструктор Huna MRT-3 (рисунок 3).



Рисунок 3 – Состав конструктора Huna MRT-3

Он, приблизительно, для того же возраста обучающихся, что и Lego MindStorms EV-3, однако конструкции из него носят характер блочных, панельных и имеют специфику при сборке и разборке (рисунок 4).



Рисунок 4- Примеры моделей из конструктора Huna MRT-3

Однако, подобные конструкторы имеют весьма ограниченное применение для обеспечения проведения занятий по робототехнике в ВУЗе ввиду их дороговизны и ориентированности больше на сборку конструкций, чем на их программирование и использование.

Вообще, для высшей школы занятия по робототехнике имеют несколько другую структуру, чем для средней образовательной школы и средне-технических учебных заведений. Это связано, прежде всего с тем, что занятия в ВУЗах больше похожи на исследовательские проекты, где более глубоко изучаются фундаментальные и прикладные особенности и основы конструкций, механизмов и электроники роботов. Поэтому, целесообразным является использование на занятиях уже готовых конструкций или таких, которые требуют относительно мало времени для их создания.

Для таких целей больше всего подходят роботы на основе Arduino. По большому счету, конкретного конструктора под этим названием нет. Есть целое направление микроконтроллерных разработок, которое зародилось в Италии г. Ивреа с легкой руки профессора местного университета – Масимо Банци в 2005 г. Он разработал платформу, с помощью которой его студенты получили возможность подключать микроконтроллеры к ПК через USB соединение и программировать их. Это была настоящая революция по сравне-

нию с тем, что до этой разработки, чтобы использовать микроконтроллер, нужно было самостоятельно спроектировать, изготовить монтажную плату для него, впаять микросхему в нее и быть специалистом в программировании на языке Assembler.

Используя шасси, плату Arduino Uno и несколько плат расширения для доступа к датчикам и моторам можно собрать базовую подвижную тележку для исследования свойств электронных устройств, а также технологий программирования современных микроконтроллерных систем (рисунок 5).

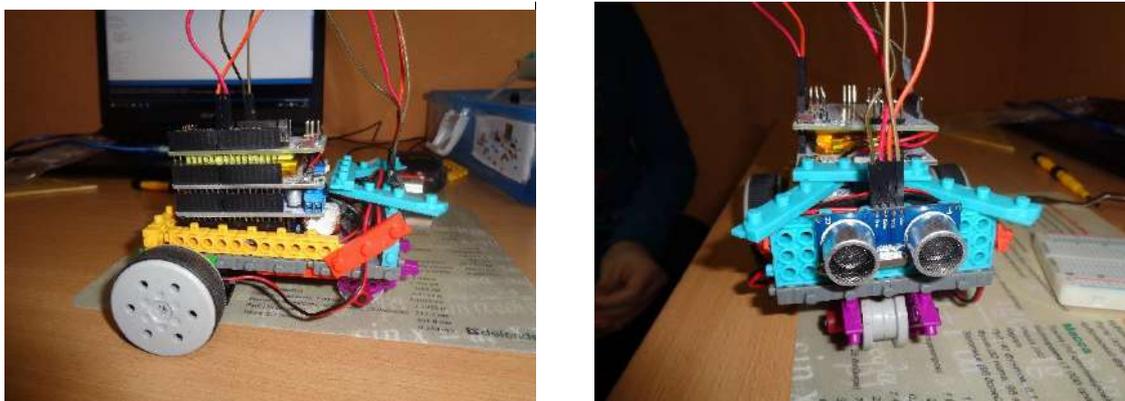


Рисунок 5 – Базовая колесная платформа на основе Arduino Uno

Эта разработка в качестве эксперимента была использована для проведения нескольких занятий в группе ВИС-21 в учебном году 2017-2018 по дисциплине Технологии программирования. Использование роботизированной системы позволило обучающимся видеть результаты написания программ непосредственно в действии. Это, в свою очередь, привело к повышению интереса к учебному материалу занятия, а также к исследованию дополнительных учебных вопросов, обеспечивающих проект в целом. Можно с уверенностью сказать, что подобные разработки способствуют развитию у обучающихся профессиональных навыков коллективного ведения проектной деятельности, а также к формированию требующихся компетенций. Все это сопровождается интересом и удовлетворенностью от участия в занятиях. Несомненно, в дальнейшем такой вид обучения будет только развиваться и совершенствоваться.

#### **Литература**

1. Иванов А.А. Основы робототехники. М.: Форум. 2016. 224с.
2. Корендяев А.И. Теоретические основы робототехники. М.: Наука, 2016 г. - 383 с..
3. Лукинов А.П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств. М.: Наука, 2017 г. - 234 с.

УДК 004.056

## **ТЕХНОЛОГИЯ БЛОКЧЕЙН**

**Чумак Маргарита Игоревна**

Донской государственный технический университет  
Технологический институт (филиал) ДГТУ в г. Азове,  
г. Азов, Россия

### **Аннотация**

*В работе рассмотрены перспективные технологии взаимодействия баз данных - блокчейн. Проведен сравнительный анализ, история создания, выявлены основные преимущества и недостатки работы. Так же разобраны примеры области применения и перспективные направления развития.*

**Ключевые слова:** блокчейн, биткоин, открытый ключ, транзакция, информация.

## **BLOCKCHAIN TECHNOLOGY**

**Chumak Margarita Igorevna**

Don State Technical University

Institute of Technology (Branch) DSTU in Azov,  
Azov, Russia

### **Abstract**

*The paper discusses promising database interaction technologies - blockchain. A comparative analysis, the history of creation, the main advantages and disadvantages of the work. Also analyzed examples of the scope and promising areas of development.*

**Keywords:** blockchain, bitcoin, public key, transaction, information.

Одной из характерных особенностей нашего времени стало быстрое развитие цифровых технологий и появление большого количества виртуальных валют, что обеспечивает пользователям возможность выбора проведения транзакций. Самой популярной среди потребителей стала технология блокчейн.

Блокчейн (Blockchain) это непрерывная последовательная цепочка блоков, которая выстроена по определенным правилам и в каждом блоке которого хранится информация. Эта технология представляет собой вечный цифровой распределённый журнал, в котором содержатся не только экономические транзакции, а также все, что представляет ценность. Блокчейн - это универсальный инструмент для построения различных баз данных, который обладает следующими преимуществами:

- отсутствует главный сервер хранения данных, все записи хранятся у каждого участника системы;
- любой участник может отследить все транзакции, проходившие в системе;
- все данные хранятся в зашифрованном виде, пользователь может отследить все транзакции, но не может идентифицировать получателя или отправителя информации, если он не знает номера кошелька, для проведения операций требуется уникальный ключ доступа;
- всякая попытка внесения несанкционированных изменений будет отклонена из-за несоответствия предыдущим копиям, для легального изменения данных требуется специальный уникальный код, выданный и подтверждённый системой;
- данные, которые добавляются в систему, проверяются другими участниками для пересчета хеша (преобразование массива входных данных произвольной длины в (выходную) битовую строку установленной длины) [1].

Блокчейн позволяет передавать, но не копировать цифровую информацию, создавая основу для нового вида Интернета. Эта технология изначально была разработана для биткойнов, но техническое сообщество в настоящее время активно разрабатывает другие потенциальные возможности использования этой технологии.

Для технологии блокчейн была придумана хорошая метафора – «Интернет ценностей». Каждый пользователь может разместить информацию в Интернете, а другие смогут получить к ней доступ из любой точки мира. Блокчейн позволяет отправлять любое значение в любую точку мира, доступную в файле блокчейна. Однако отправители должны использовать алгоритм шифрования для создания закрытого ключа, чтобы разрешить доступ только к

тем блокам, которые им «принадлежат». Предоставляя кому-то свой закрытый ключ, пользователь фактически переводит денежную сумму этому человеку, которая хранится в соответствующей части блокчейна. В случае с биткойнами эти ключи используются для доступа к адресам, в которых хранятся определенные суммы в валюте, представляющей прямую финансовую стоимость. Этим реализуется функция регистрации денежных средств, как правило, эту функцию выполняет банк.

Кроме того, в этой технологии реализована еще одна важная функция - создание отношения доверия и подтверждение подлинности личности, ведь никто не имеет возможности изменить информацию в цепочке блокчейн без соответствующего ключа. Изменения, не подтвержденные этими ключами, будут отклонены. Конечно, теоретически ключи могут быть украдены, но защита нескольких строк компьютерного кода обычно не требует больших денежных затрат. Это означает, что основные функции, выполняемые банком: аутентификация и последующая регистрация транзакций могут выполняться быстрее и точнее через серию блоков.

В 2008 году был изобретен биткойн и с тех пор биткойн-блокчейн работает без серьезных сбоев. Это достижение указывает на то, что технология блокчейн будет продолжать развиваться. Больше не пропускаются транзакции, человеческие или машинные ошибки или даже изменения без согласия вовлеченных сторон. Самое главное, что блокчейн помогает обеспечить законность транзакций, так как все информационные блоки регистрируются не только в первичном реестре, но и в распределенной системе реестров, подключенной через механизм безопасной аутентификации.

В дополнение к открытости, безопасности и защищенности, блокчейн также позволяет снизить транзакционные издержки (сократить время транзакции, необходимое для проверки данных и обмена документами, с дней или даже недель до часов), что позволяет организациям и учреждениям избавляться от ненужных статей расходов. Явным преимуществом этой технологии является ее универсальность, возможность использования в различных сферах жизни людей [2].

К недостаткам технологии стоит относить масштабируемость. Сегодня блокчейн не может обеспечить большое количество транзакций за короткий промежуток времени. Например, платежная система MasterCard или Visa обрабатывает приблизительно 45 000 транзакций в секунду, а у биткойна их всего семь. Кроме того, вес базы, хранящейся на сетевых компьютерах, растет с каждым днем. Не стоит забывать и о нагрузке на электрические сети, когда речь идет о сетях, работающих на основе алгоритма POW. Все эти сложные вычисления заставляют компьютер потреблять значительное количество энергии.

Когда дело доходит до неуязвимости блокчейна, эксперты также указывают на возможность «атаки на 51%». То есть, группа пользователей может действовать в своих интересах, собрав в своих руках 51% вычислительных мощностей. Это происходит в тех случаях, когда участники системы подтверждают только выгодные для себя транзакции. Но для этого потребуется такой мощный ресурс, что реализовать эту идею на практике будет крайне сложно.

Несмотря на имеющиеся недостатки, технологии блокчейн имеет большие перспективы развития. Самыми перспективными направлениями в блокчейне являются все, которые находятся за пределами финансового сектора: здравоохранение, образование, логистика, земельные кадастры, государственный и корпоративный документооборот.

### **Литература**

1. Рожков А.В., Место и роль компьютерной безопасности в системе обеспечения информационной безопасности, «Вестник УрФО. Безопасность в информационной сфере». г. Челябинск. ООО «Южно-Уральский юридический вестник», 2011, С 54-57

2. Чумак М.И. Современные тенденции развития криптографии. //Современные тенденции развития и перспективы внедрения инновационных технологий в машиностроении, образовании и экономике. 2017. Т. 3. № 1 (2). С.296-299.

УДК: 658

## СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ЛОГИСТИКОЙ

**Дудко Виктор Иванович, Свердлова Кристина Андреевна**

Технологический институт (филиал) ДГТУ в г. Азове,  
г. Азов, Россия

***Анотация:** В двадцать первом веке организациям становится намного сложнее удерживать свою конкурентоспособность на высоком уровне, так как открывается много перспективных и новых предприятий, в этом случае ухудшается конкурентная среда. Логистические методы внедряются для экономического роста производства организации. Одно из первых мест в управленческой идеологии занимает использование логистических методов, это видно из опыта зарубежных организаций.*

***Ключевые слова:** управление цепями поставок, современные информационные технологии, автоматизация коммуникаций, системы управления транспортом.*

## MODERN METHODS OF TRANSPORT LOGISTICS MANAGEMENT

**Dudko Victor Ivanovich, Sverdlova Kristina Andreevna**

Technological Institute (branch) of DSTU in Azov  
Azov, Russia

***Abstract:** In the twenty-first century, it becomes much more difficult for organizations to maintain their competitiveness at a high level, as many promising and new enterprises are opened, in this case, the competitive environment deteriorates. Logistics methods are being implemented for the economic growth of the organization's production. One of the first places in the management ideology is the use of logistics methods, this is evident from the experience of foreign organizations.*

***Keywords:** supply chain management, modern information technologies, automation of communications, transport management systems.*

В современном мире цепью поставок является интеграционная сеть, охватывающая операции и стадии процесса преобразования ресурсов в готовую продукцию, которая удовлетворяет потребности конечного потребителя. Чтобы добиться этого, «необходимо уметь управлять цепями поставок: формировать их конфигурацию, осуществлять планирование материальных потоков и производственных мощностей, контролировать ход исполнения планов»[1].

Эффективное управление цепями поставок во многом зависит от умения формировать и поддерживать взаимоотношения с контрагентами, а также применять современные информационные технологии, то есть автоматизацию. Наши экспедиционные фирмы могут остаться конкурентными, если сейчас будут думать, как с помощью информационных технологий организовать работу так, чтобы повысить конкурентоспособность компании при более низкой рентабельности сделок.

Автоматизация обеспечивает прозрачность на всех этапах – от фиксации потребности клиента до выгрузки груза в пункте назначения. Открытость предложений в глобальном пространстве будет стимулировать конкуренцию, и далее снижение ставок. Это уже видно по внутреннему рынку: прибыльность перевозок там намного ниже, чем на международных маршрутах Европа-СНГ. Стратегия успеха логистического оператора лежит в плоскости получения прибыли на больших объемах перевозок. Из-за отсутствия административных барьеров рынок ЕС для многих европейских операторов выглядит привлекательнее, чем работа в восточном направлении.

Автоматизация коммуникаций становится необходимостью еще и потому, что растет новое поколение покупателей и продавцов, для которых инструменты коммуникации – это уже не телефоны, email и корпоративные сайты. Сегодняшние технологии – нейронные сети и чат-роботы, способные осуществлять контакты с потребителями, формировать для них предварительные предложения, обособленно общаться через мессенджеры. Отсутствие у предприятия интеграции с глобальным информационным пространством будет означать, что для многих участников рынка эта компания просто перестанет существовать. А если контакт и произойдет, то конкурировать будет намного сложнее.

TMS– метод управления транспортной логистикой, который помогает организациям в перемещении груза от места хранения до места назначения надежно, эффективно и экономически выгодно.

(Transport Management System) включает в себя как входящие (заготовка), так и исходящие (отправка) заказы, которые будут оцениваться «модулем планирования TMS», предлагая пользователю различные инновационные решения по оптимизации операций и маршрутов. Данные решения оцениваются фирмой на предмет оптимальности и передаются в модуль для анализа поставщиков транспортных услуг и выбора экономичного режима. После отбора лучшего поставщика, решение, как обычно, генерируется для электронного тендера и происходит выполнение оптимизированной отправки и оплаты фрахта.

Недостатки реализации системы TMS похожи на недостатки реализации любого типа большого программного пакета. Прежде всего, адаптация системы управления транспортом может стоить больших денег. Высшее руководство должно оказывать полную поддержку для успешного процесса внедрения.

Система управления транспортом имеет четыре ключевых процесса управления перевозками:

1. Планирование и принятие решений: определится наиболее эффективные транспортные цепи в соответствии с заданными режимами, которые имеют значение в соответствии с политикой конкретного пользователя.
2. Выполнение транспортировки: выполнение плана транспортировки, принятие тарифа данного перевозчика, его диспетчеризация и EDI.
3. Отслеживание транспорта: выполнение операций, связанных с перевозкой (доставка, таможенное оформление и т.п.).
4. Измерение: - реализация функции отчетности по важнейшим показателям эффективности.

FMS– метод управления автопарком, автохозяйством предназначена для автоматизации управления транспортом, как в автотранспортных предприятиях, так и в транспортных подразделениях компаний.

(Fleet Management System) это стандартный интерфейс для данных транспортных средств коммерческого транспорта. Шесть европейских производителей Daimler AG , MAN AG , Scania , Volvo (включая Renault), DAF Trucks и IVECO разработали так называемый стандарт FMS в 2002 году, чтобы сделать возможным независимое от производителя применение для телематики .

Преимуществами данного метода является:

1. расчет потребности в перевозке грузов. Оптимизация распределения заказов грузоперевозок, построения маршрутов и подбора исполнителей для выполнения заказов;
2. интеграция с системами мониторинга. Контроль событий, построение трекинга за любой период, онлайн отображение на карте местоположения автомобилей;
3. планирование перевозок. Учет мультимодальных, сборных перевозок и перевозок отдельным транспортом;
4. учет всех параметров автотранспорта. Быстрый отбор автомобилей по моделям и организациям;
5. управление зонами перевозок грузов. Построение определенных зон благодаря наличию карт и выделение транспорта под эти зоны;
6. расчет стоимости услуг и затрат. Расчет стоимости полученных и оказанных услуг, затрат на перевозки и отражение взаиморасчетов с подрядчиками.

#### **Литература**

1. Дорофеев А., Эффективное управление автоперевозками. - Дашков и Ко.-2018. - 196 с.

УДК: 338; 658.78

## **СОВРЕМЕННЫЙ СКЛАД В РОССИИ: ОРГАНИЗАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ**

**Дудко Виктор Иванович, Матвиенко Алевтина Васильевна**

Технологический институт (филиал) ДГТУ в г. Азове,  
г. Азов, Россия

#### **Аннотация**

*Обоснована актуальность темы организации складских помещений в логистической системе. Произведен анализ исторического опыта Российской Федерации в организации складских помещений. Определена важность использования складских помещений в современных рыночных условиях. В статье рассмотрена классификация складских помещений, а так же опыт зарубежных и отечественных компаний, использующих современные технологии для организации работы на складах, Проведено исследование положительных и отрицательных черт внедрения робототехники в работу складов.*

**Ключевые слова:** складские помещения, виды складских помещений, организация производства, технологии, научно-технический прогресс, автоматизация

## **MODERN WAREHOUSE IN RUSSIA: ORGANIZATION AND TECHNOLOGIES**

**Dudko Viktor Ivanovich, Matvienko Alevtina Vasilievna**

Technological Institute (branch) of DSTU in Azov  
Azov, Russia

#### **Abstract**

*In the article the relevance of the topic of the organization of warehouses in the logistics system is substantiated. There is analysis of the historical experience of Russian Federation in the organization of warehouses. In the article is the importance of the use of warehouses in modern market conditions. The article discusses the classification of warehouses, as well as the experience of foreign and domestic companies that use modern technology to organize work in warehouses. Article are study was made of the positive and negative features of the introduction of robotics into the work of warehouses.*

**Keywords:** warehouses, types of warehouses, organization of production, technology, scientific and technical progress, automation

На современном этапе развития экономики, крайне сложно представить предприятие, которое не обладает складскими помещениями, поскольку склад обеспечивает одну из важнейших функций воспроизводства – функцию хранения выпущенной продукции. Поэтому с высокой долей уверенности можно сказать, что склад является одним из основных звеньев логистической системы.

Склад представляет собой некое помещение, сооружение или устройство, основным назначением которого является хранение продукции после осуществления процесса приемки и размещения [2]. Обращаясь к истории нашей страны, а именно к постсоветской эпохе, необходимо отметить, что системе складирования не уделялось должного внимания: помещения были практически непригодны для производства и представляли в большинстве своем некие заброшенные постройки. Крайне мало участия со стороны руководства предприятий проявлялось в отношении оптимизации механизмов содержания и переработки запасов, а так же эффективного использования складов [1].

В настоящее время существует высокая потребность в дополнительно оснащенных строениях, которые могут обеспечить безопасность на всех стадиях производства, начиная от хранения сырья в надлежащих условиях, до стадии конечного пользования, то есть времени, когда товар предназначен для передачи потребителю или заказчику. Современный склад – это определенное техническое помещение, состоящее из множества связанных частей составляющих глобальную систему, позволяющую осуществлять деятельность по преобразованию материальных потоков. Поэтому необходимо отметить возникновение потребности в делении складских помещений на группы, а так же организацию отдельных их видов, что оправдано сложившейся ситуацией в современных рыночных условиях.

Склады классифицируются в соответствии с размером: от небольших сооружений до складов-гигантов, которые могут занимать огромные площади (сотни тысяч квадратных метров). Так же склады могут иметь различное строение: закрытые склады представляют собой помещение, ограниченное со всех сторон стенами и потолком, а открытые склады представляют собой некие открытые площадки для хранения грузов. Так же существуют полузакрытые склады, которые могут быть ограничены только крышей или крышей вкупе с одной, двумя или тремя стенами. Склады подразделяются на: склады индивидуального пользования, то есть предназначенные для содержания товаров производимых одной фирмой и находящихся в собственности данной фирмы, а так же арендуемые склады. Так же различают склады специализированные, то есть склады для содержания определенного вида товара и унифицированные, соответственно, для содержания смешанного ассортимента продукции.

Для осуществления бесперебойного процесса производства необходимо, чтобы работа всех вышеперечисленных видов складских сооружений была четко структурирована и организована. При сопоставлении современного зарубежного опыта организации складского хозяйства и отечественного опыта организации работы на складах, можно выделить множество отличий. Примером в зарубежной практике организации и технологий, применяемых в системе складирования, может послужить крупнейшая американская компания Amazon, которая предлагает пользователям широчайший ассортимент товаров и услуг и занимается их продажей через Интернет. На своих складах, компания уже долгое время применяет робототехнику и количество используемых машин постоянно растет. Роботы занимаются перемещением, сортировкой и распределением товаров, упрощая работникам процесс размещения и упаковки заказов. Менеджеры компании отмечают высокую результативность работы осуществляемой роботами, снижение нагрузки на персонал, которая особенно отмечается в преддверии праздничных дней, оптимизацию фонда оплаты труда (сокращение денежных выплат сотрудникам, отчислений в фонды страхования и пр.), а так же эффективное использование складских помещений.

Отечественный опыт организации склада несколько отличается от зарубежного. В качестве противовеса компании Amazon следует противопоставить крупнейший российский

интернет-магазин Ozon, предлагающий своим потенциальным потребителям 5 миллионов позиций в 20 категориях.

Исходя из данных, приведенных на рисунке 1, отчетливо видно как организовано складское помещение компании Ozon.

Складская система магазина построена таким образом, что хранение товаров организовано по принципу стеллажной системы, где каждый товар имеет уникальный штрих-код соответствующий номеру стеллажа. Каждый работник склада компании владеет персональным устройством, которое уведомляет его о поступлении заказа и местонахождении нужных товаров на полках стеллажей. После сборки заказа, работник склада использует конвейер для отправки будущей посылки в зону консолидации, где расположены ячейки, которые заполняются по принципу: 1 ячейка – 1 заказ. После упаковки, каждый заказ имеет свой адресный ярлык, в котором кроме адреса так же содержится информация о количестве совершенных покупок клиента на сайте Ozon, что помогает менеджерам формировать аналитические данные. В компании используется новейшее китайское оборудование, соединяющее все линии упаковки для отправки всех сформированных заказов на доставку. Главнейшим показателем эффективности работы Ozon является коэффициент скорости сбора посылок, значение которого варьируется в зависимости от удаленности города доставки от склада магазина: для доставки в близлежащие города посылка должна быть сформирована не более, чем за 3 часа и доставлена на следующий день после подтверждения оператором. Компания успешно соблюдает установленные временные промежутки сбора и отправки заказов, что обеспечивает ей высокую конкурентоспособность и востребованность на рынке.

Так же в качестве примера отечественного опыта в сфере складского хозяйства нельзя не отметить крупнейшую российскую сеть продуктовых компаний – X5 Retail Group, в состав которой входят: «Пятерочка», «Карусель», «Перекресток» и «Перекресток Экспресс». Распределительный центр данной сети является одним из самых масштабных не только в России, но и в Европе. Поставщики всего мира размещают свои продукты на хранение на данном складе. Руководитель службы логистики Астреинов Константин отмечает, что: «Срок хранения товаров в распределительном центре составляет не более 10 дней вне зависимости от длительности срока годности товара». Это означает, что даже те товары, срок годности которых превышает 5 лет, постоянно обновляются, что говорит о высоких требованиях к качеству реализуемой продукции. Исходя из совершённых заказов магазинами розничной торговли данной сети, на складе производится комплектация и отгрузка соответствующих товаров.

Распределительный склад сети X5 Retail Group как и склад компании Ozon высокоавтоматизирован: погрузчики, конвейеры, гидравлические тележки, электрические штабелеры, тягачи, шаттлы – только часть применяемой техники.

В настоящее время, главной стратегической целью сети X5 Retail Group является постепенная замена зарубежных товаров в распределительных центрах на отечественные.

Исходя из произведенного анализа российского и зарубежного опыта ведения складского хозяйства, можно сделать вывод о том, что в странах дальнего зарубежья происходит активное внедрение робототехники в данной сфере, что является показателем высокого научно-технического уровня. Главным преимуществом роботизации для любой компании является сокращение издержек: как при производстве, так и при обеспечении процесса хранения и перемещения. Однако руководством организации должны быть четко проанализированы преимущества и недостатки внедрения «умных машин», так как этот процесс оказывает прямое воздействие на прибыль предприятия. Неоспоримым преимуществом внедрения данной технологии является бесперебойная работа складов предприятия, поскольку очевидно, что машины не нуждаются в перерывах, отпусках, больничных листах и т.д. Еще одним немаловажным достоинством применения робототехники является сокращение рабочих зон, так как многие модели имеют небольшие габариты и удобны в содержании.

Сфера складского хозяйства в России, в свою очередь, несколько отстает в научно-техническом развитии, что и является главным отличием отечественной практики от зарубежной. Как уже отмечалось выше, на отечественных складах поддерживается достаточный уровень автоматизации, однако эти устройства находятся под непосредственным управлением и контролем работников. Роботизация имеет так же и отрицательные черты, которые делают модернизацию логистической системы складирования достаточно неоднозначным процессом. Для компании главным недостатком, влияющим на процесс получения прибыли является высокая себестоимость искусственного интеллекта, для замены которого может потребоваться серьезная и долгосрочная финансовая подготовка. Однако помимо проблемы максимизации прибыли отдельно взятой компании, существует глобальная проблема, которая затрагивает все слои общества: замена человеческих ресурсов машинами. Данная ситуация может спровоцировать увеличение уровня безработицы в мире, и, как следствие, снижение уровня жизни населения, увеличения преступности, распада семей и т.д. Помимо социальных последствий безработицы, негативное влияние роботизация может оказать на экономику стран, применяющих её: недоиспользование производственных возможностей, снижение темпов экономического роста, сокращение выплат налогов, и, как результат, сокращение бюджета стран.

Подводя итоги, стоит сказать о том, что в настоящее время автоматизированная организация и применение современных технологий на складах является достаточно спорным и сложным вопросом, который необходимо рассматривать в каждом отдельно взятом случае. На мой взгляд, внедрение робототехники будет оправдано только при условии, когда человек просто не способен выполнить какую-либо работу лучше, быстрее и эффективнее, чем ее может выполнить искусственный интеллект. Современный склад является фундаментальным и обособленным звеном технологического процесса для любой компании, имеющим самостоятельные цели и задачи, выполнение которых требует применения эффективной логистической политики внутри организации.

В начале XXI века отечественный рынок складской деятельности сделал ряд серьезных шагов в развитии. Особенно это заметно в регионах Санкт-Петербурга, Москвы и Подмосковья, Ростова-на-Дону. Все регионы продолжают практически испытывать дефицит в складских помещениях, отвечающих современным требованиям. Отставание в развитии Российского рынка складской инфраструктуры требует внедрения инновационных логистических технологий. Исследование складской логистики для повышения инновационности отечественного производства приобретает все большую научную актуальность и значимость.

#### **Литература**

1. Логистика снабжения : учебник для бакалавриата и магистратуры / В. И. Сергеев, И. П. Эльяшевич ; под общ. ред. В. И. Сергеева. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2014. — 523 с.
2. Управление складскими логистическими процессами в организации // Вестник Алтайского государственного аграрного университета: сетевой журн. 2017. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/upravlenie-skladskimi-logisticheskimi-protsessami-v-organizatsii> (дата обращения: 19.03.2019).

УДК 004.738.2

### **РАЗВИТИЕ БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ ПЯТОГО ПОКОЛЕНИЯ**

**Решетникова Ирина Витальевна\*, Дроздов Никита Алексеевич\*\***

\*Ростовский государственный университет путей сообщения, г. Ростов-на-Дону, Россия

\*\*Технологический институт (филиал) ДГТУ в г. Азове, г. Азов, Россия

### **Аннотация**

*В данной статье освещен вопрос развития беспроводных сетей пятого поколения 5G. Рассмотрены особенности этого процесса на различных территориях, проведен обзор причин, препятствующих распространению высокоскоростных сетей обмена данными в разных странах.*

**Ключевые слова:** беспроводная сеть, мобильная сеть, передача данных.

## **DEVELOPMENT OF FIFTH GENERATION WIRELESS NETWORKS**

**Reshetnikova Irina Vitalevna\*, Drozdov Nikita Alexeevich\*\***

\*Rostov state transport university, Rostov-on-Don, Russia

\*\*Technological Institute (branch) of DSTU in Azov, Azov, Russia

### **Abstract**

*This article addresses the issue of the development of fifth-generation 5G wireless networks. The peculiarities of this process in various territories are considered, a review of the reasons preventing the spread of high-speed data exchange networks in different countries.*

**Keywords:** wireless network, mobile network, data transfer.

2018 год стал поворотным моментом в развитии беспроводных сетей пятого поколения (5G): из многолетней мечты о будущем они становятся повседневной реальностью. В июле 2018 г. 3GPP согласовало спецификацию 5G NR (New Radio) в варианте Standalone – он позволяет операторам строить независимые беспроводные сети пятого поколения. Эта спецификация, и принятая ранее в декабре 2017 г. спецификация радиointерфейса 5G в варианте Non-Standalone для развертывания элементов сети пятого поколения в увязке с сетью LTE, по классификации 3GPP входят в LTE Release 15 (или, как его обозначают с подачи ИТУ, IMT-2020). Этот релиз сфокусирован на услуги улучшенного мобильного ШПД (eMBB). Уже во второй половине 2018 г. в мире (в частности, в США и Южной Корее) начали появляться первые фрагменты коммерческих сетей 5G – как в варианте Non-Standalone, так и Standalone. А в июле 2019 г. 3GPP обещает выпустить LTE Release 16, который будет включать в себя все аспекты 5G: наряду с eMBB, это будут высоконадежные коммуникации с низкой задержкой (URLLC) и усиленные межмашинные коммуникации (eMTC).

5G-технология будет внедряться быстрее, чем это было с предыдущим стандартом мобильной связи 4G, прогнозируют аналитики CCS Insight. По оценкам специалистов, к 2022 году число подключений к сетям 5G по всему миру должно превысить 1 миллиард. Если это произойдет, знаковый рубеж будет покорен на год быстрее, чем в случае в 4G. Ожидается, что в 2025-м число 5G-подключений достигнет 2,8 миллиарда, что составит 20% от общего количества мобильных подключений

Несколько мобильных операторов объявили о начале предоставления первых коммерческих услуг связи 5G. В списке пионеров - американские операторы AT&T и Verizon, южнокорейские SK Telecom, KT и LG Uplus, а также швейцарская компания Swisscom. Тем не менее, в CCS Insight считают, что широкомасштабное развертывание сетей 5G займет несколько лет.

«Запуски первых 5G-сетей - важное событие для отрасли, но это лишь начало долгого пути», - заявил Кестер Манн (Kester Mann), директор по потребительским и коммуникационным технологиям CCS Insight.

Еще один фактор, из-за которого внедрение 5G в 2019 году будет идти медленно, - это ограниченная доступность смартфонов, способных работать в сетях нового поколения. Первые 5G-смартфоны появляются быстрее, чем это происходило с 4G-моделями, но высокая

цена первых и ограниченный спектр поддерживаемых частот будут препятствовать их массовому распространению. В CCS Insight ожидают, что в 2019 году в мире будет продано менее 10 млн 5G-смартфонов. По-настоящему внедрение 5G начнется в 2020 году, когда все ведущие производители Android-смартфонов выпустят модели, поддерживающие новый стандарт. Плюс, недавно заключенное соглашение между Apple и Qualcomm позволит в 2020 году выпустить iPhone с поддержкой 5G, что также ускорит распространение технологии. Специалисты полагают, что во второй половине 2019-го и в 2020 году в мире заработает множество новых 5G-сетей, и ведущие операторы Западной Европы, Северной Америки, Китая и Японии начнут предлагать абонентам 5G-сервисы. Вместе с тем, большую неопределенность в то, как быстро будет происходить переход на 5G, вносит ситуация вокруг Huawei. Если из-за опасений по поводу безопасности оборудования китайского вендора власти некоторых государств, в особенности европейских, запретят Huawei поставлять 5G-оборудование в свои страны, это может стать серьезным препятствием на пути технологии. В частности, Vodafone и BT уже предупредили, что без оборудования китайской компании внедрение 5G в Европе может быть отложено более чем на год.

Согласно прогнозу CCS Insight, крупнейшим рынком 5G-связи к концу 2020-го станет Китай. Ожидается, что в 2025 году на долю КНР будет приходиться 1 млрд 5G-соединений или 37% от их общемирового количества.

В России сети пятого поколения пребывают на стадии тестирования, которое началось в марте 2018 года. Официальные испытания проходят на территории «Сколково», совместно со специалистами одноименной организации участие в них принимает национальный оператор «Ростелеком». По словам участвующих в тестировании экспертов, при благоприятной политической обстановке 5G связь на территории России может появиться уже в следующем году [1].

Параллельно освоением новых технологий занимается мобильный оператор МТС, который во время ЧМ по футболу 2018 года локально протестировал 5G-интернет на территории 7 городов, принимавших соревнования. В эксперименте «красно-белым» помогали коллеги из шведской компании Ericsson. Результат оказался удовлетворительным: скорость соединения относительно 4G выросла в 4-5 раз, а скорость скачивания данных в 2 раза и составила 4 Гбит/с. Тут стоит отметить, что МТС реализовала не полноценную 5G связь, а протестировала базовые станции Massive MIMO, которые используются в инфраструктуре сетей следующего поколения.

Первым отечественным оператором, проявившим заинтересованность в сетях нового поколения, является «Мегафон» [2]. Еще 5 лет назад он подписал соглашение с китайским брендом Huawei, предусматривающее запуск пилотных 5G сетей на территории России. Во второй половине 2019 года зеленые должны начать их практическое тестирование, реализовав специальные сервисы телемедицины и комплексы связи для оперативных служб. В планы «Мегафона» входит официальный анонс 5G до конца первого месяца осени, но коммерческую сеть оператор сможет запустить лишь в 2022 году. Запланированная карта покрытия соответствует текущей для 4G и вряд ли будет глобально пересмотрена до запуска.

У других операторов большой четверки успех в этой области менее значительный. «Билайн» в мае прошлого года подписал соглашение о тестировании 5G с тем же «Huawei», а Tele2, в свою очередь, решил сотрудничать с финнами из HMD Global (Nokia). На данный момент обе компании находятся в статусе догоняющих.

Согласно планам Минкомсвязи, запуск 5G в России должен состояться в 2020 году. Первоначально планируется организовать работу сетей пятого поколения на территории восьми крупнейших городов. Первым, разумеется, станет Москва, тестовая зона в столице будет развернута в конце текущего года, а к 2025 году 5G будет работать во всех городах-миллионниках.

Однако дата выхода 5G в России может быть пересмотрена из-за конфликта операторов с Министерством обороны. Военные задействуют необходимые для 5G диапазоны частот 3.5-3.8 и 24.25–29.5 ГГц в своих целях и отказываются передавать их в использование коммерческим организациям.

Силовики предлагают применять частоты 4.9-4.99 и 27.1-26.5 ГГц, однако это не выход из ситуации, так как под данные диапазоны на данный момент не существует необходимого аппаратного обеспечения. Производство и поддержка соответствующего оборудования осуществляется лишь несколькими компаниями в мире: крупнейшие — Huawei, Inseego, Ericsson. И даже если Россия создаст инфраструктуру на собственных частотах, то произведенные за рубежом смартфоны, гаджеты, транспорт и другое оборудование попросту не сможет в ней функционировать.

Остается надеяться, что операторы и власти найдут решение сложившейся проблемы. В противном случае России грозит серьезное отставание от ведущих государств, в которых на 5G сетях будет базироваться цифровая экономика, работа беспилотного транспорта, интернет вещей и автоматизированное производство, не говоря о всех преимуществах 5G для простых пользователей [3]. К решению вопроса уже подключились чиновники: вице-премьер-министр по вопросам связи Максим Акимов попросил президента Владимира Путина посодействовать передаче операторам необходимых частот, акцентировав внимание, что запоздалый запуск сетей пятого поколения может стать причиной уязвимости обороноспособности и экономики России.

Первой страной, где 5G связь начала работать на коммерческой основе, стала США. Еще 1 октября 2018 года оператор Verizon запустил в Хьюстоне, Индианаполисе, Сакраменто и Лос-Анджелесе домашний интернет на базе сетей пятого поколения. Полноценная мобильная связь дебютировала 5 апреля в Чикаго и Миннеаполисе. Скорость передачи данных пока что далека от максимальной, она составляет 480-600 Мбит/с, но даже это в 10 раз выше, чем скорость 4G в России.

Также 5G уже работает в Сеуле (Южная Корея) и нескольких городах Швейцарии, среди которых Женева, Лозанна, Берн и Цюрих. Главный швейцарский оператор Swisscom до конца 2019 года намерен покрыть 5G 90% территории страны.

В Китае разработки идут полным ходом, в тестовом режиме 5G работает в 7 крупнейших городах. Эксперты пророчат стране огромный вклад в развитие новых технологий, по их прогнозам, более 40% всех 5G соединений в будущем будут приходиться на Китай [4]. Также одним из первопроходцев станет Япония, которая является хозяйкой летних Олимпийских игр 2020 года. Власти страны заявили о намерении обеспечить стабильную работу 5G к этому времени.

### **Литература**

1. Безуглов Д.А., Юхнов В.И., Решетникова И.В. Адаптивные оптические системы перспективных сетей связи // Современные наукоемкие технологии. 2016. № 12-3. С. 462-467.

2. Безуглов Д.А., Решетникова И.В. Оптимальный алгоритм обработки сигналов в адаптивных оптических фазосопряженных системах передачи информации // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 6. С. 78.

3. Долженко А.М., Дроздов Н.А. Математический метод решения задач механики композиционных материалов // Инновационные технологии в машиностроении, образовании и экономике. 2018. Т. 20. № 4-2 (10). С. 43-47.

4. Бутрина Е.Г., Долженко А.М., Рыбалко К.К. Численный метод генетического уточнения решений дифференциальных уравнений // Современные тенденции развития и перспективы внедрения инновационных технологий в машиностроении, образовании и экономике. 2017. Т. 3. № 1 (2). С. 287-291.

УДК 004.738.2

## РАЗВИТИЕ ПРОМЫШЛЕННОГО ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

**Решетникова Ирина Витальевна\***, **Дроздов Никита Алексеевич\*\***

\*Ростовский государственный университет путей сообщения, г. Ростов-на-Дону, Россия

\*\*Технологический институт (филиал) ДГТУ в г. Азове, г. Азов, Россия

### *Аннотация*

*В данной статье освещен развития интернета вещей в настоящее время. Рассматриваются основные тенденции его развития, а также проблемы, которые могут неизбежно возникнуть.*

***Ключевые слова:** промышленный интернет вещей, коммерциализация, приложения и сервисы, информационная безопасность.*

## DEVELOPMENT OF INDUSTRIAL INTERNET OF THINGS

**Reshetnikova Irina Vitalevna\***, **Drozдов Nikita Alexeevich\*\***

\*Rostov state transport university, Rostov-on-Don, Russia

\*\*Technological Institute (branch) of DSTU in Azov, Azov, Russia

### *Abstract*

*This article addresses the issue of the development of fifth-generation 5G wireless networks. The peculiarities of this process in various territories are considered, a review of the reasons preventing the spread of high-speed data exchange networks in different countries.*

***Keywords:** industrial Internet of things, commercialization, applications and services, information security.*

Интернет вещей (IoT) становится одним из самых привлекательных высокотехнологичных рынков. А в обозримом будущем может стать и одним из самых важных и объемных. Количество подключенных к интернету устройств непрерывно растет. Также увеличивается количество успешных проектов применения интернета вещей в различных секторах экономики: энергетика, промышленность, транспорт, жилищно-коммунальное хозяйство, сельское хозяйство, здравоохранение и т. Д. [3].

Буровые вышки, автомобилестроение, критически важная инфраструктура — все эти сферы применения показывают, почему промышленный Интернет вещей (IIoT) является важнейшим рынком IoT. Подключая существующие системы к сети и используя соответствующее ПО — в облаке или непосредственно на стыке с оборудованием, — производственные компании могут сократить время простоев, предотвратить опасные отказы и увеличить объемы выпуска. В свете прогноза IDC, что в 2019 году компании в сфере производства, транспортных перевозок и коммунального хозяйства потратят на IoT-решения 329 млрд долл., вендоры используют эту возможность, чтобы предложить свои продукты.

Сам по себе интернет вещей не является революционным изобретением. Телемеханика существует уже более 100 лет: телеметрические системы еще в начале прошлого века использовались для мониторинга уровня воды, температуры, нагрузки электросетей. Современный интернет вещей — результат эволюции этих технологий, а также систем бережливого производства, научной организации труда, теории решения изобретательских задач.

Одним из первых сегментов, где начали активно внедряться компоненты интернета вещей, по понятным причинам стала энергетика. Интеллектуальная аналитика особенно

необходима там, где промышленные объекты работают автономно, распределены по разным территориям и уязвимы к различным внешним угрозам. Сегодня развитие уже практически всех отраслей машиностроения, в первую очередь инфраструктурного, сильно зависит от степени внедрения интернета вещей.

Рынок IoT в России складывается за счет разработки и развития специфических программных продуктов для решения определенных задач. Уже сейчас это позволяет, например, подключать к единой системе прогностики и удаленного мониторинга газотурбинное оборудование на электростанциях, расположенных в разных российских городах — Перми, Ижевске, Кирове, Владимире, выстраивая цифровые модели работы энергоустановок.

Следующий этап — коммерциализация подобного рода решений. И сегодня в серьезных компаниях уже создаются отдельные команды, задачей которых является разработка и внедрение не инновационных продуктов, а именно инновационных бизнес-моделей как главного конкурентного преимущества предприятий в долгосрочной перспективе [2].

У традиционной, громоздкой промышленности, производящей только «железо», нет будущего. Современная индустрия говорит другими терминами — такими, как «applications» и «services» (приложения и сервисы). А для успешной карьеры на новых предприятиях требуются в первую очередь не ремесленнические навыки *hard skills*, а надпрофессиональные, гибкие компетенции *soft skills*. Интернет вещей — это история про новую промышленную коммуникацию. Промышленный бизнес начинает продавать не *hard*, а именно *applications* и *services*.

Технологии интернета вещей концептуально меняют подходы к продажам, профессиональным стандартам, обслуживанию и ремонту оборудования. Повышение конкурентоспособности предприятия сегодня во многом зависит от скорости внедрения промышленного интернета вещей.

Российские разработки в сегменте IoT уже представлены конкурентоспособными решениями для мониторинга станочного парка, контроля оборудования в нефтегазовой сфере, металлургии. Эксперименты, связанные с технологиями интернета вещей и «больших данных», проходят стадию пилотных проектов и становятся отдельными, важными подразделениями высокотехнологичных компаний.

В перспективе технологии «точного земледелия» смогут обеспечить человечество невиданными ранее объемами урожая. Дальнейшее развитие бесконтактных форм оплаты выведет на новый уровень розничную торговлю. Дистанционный мониторинг состояния здоровья человека и контроля за критически важным оборудованием — уровень медицины.

Как и в случае с аддитивными технологиями, в области IoT ключевое значение приобретает не сам продукт и даже не сервис, а применение продукта в рамках сервисной модели для решения определенной задачи. Промышленные компании ищут соответствующие перспективные ниши совместно с IT-компаниями и производителями софта [1].

На международной выставке оборудования, ежегодно проходящей в Японии, станки разных производителей демонстрируются в едином пространстве, а не на отдельных стендах. Это связано с тем, что все они объединены единым программным обеспечением и технологическим циклом, все элементы производства взаимосвязаны между собой.

Оснащение датчиками мощностей старого советского завода еще не означает, что на него пришла «индустрия 4.0». За компьютеризацией оборудования и рабочих мест должно идти создание единой информационной среды, когда производственные процессы интегрируются с другими IT-решениями, причем не только производственными, но и финансовыми.

Технологии интернета вещей несут за собой и риски, связанные с угрозами безопасности: утечки информации, несанкционированный доступ к управлению объектами, умышленный вывод из строя оборудования, атаки на критическую инфраструктуру.

Но компании, которые раньше фокусировались на защите паролей, личной информации и банковских счетов клиентов, теперь предлагают свои решения для защиты промыш-

ленной инфраструктуры — предприятий, электростанций, нефтепроводов. Так, на «поляне» IoT постепенно формируются и новые смежные конкурентные рынки.

Ожидается, что в ближайшие четыре года инвестиции в оборудование, программное обеспечение и услуги для технологий IoT будут расти в России ежегодными темпами свыше 20%. Сопутствующее переосмысление бизнес-моделей позволит говорить уже о реальном мультипликативном эффекте от этих вложений.

#### **Литература**

1. Интернет вещей. Исследования и область применения: Монография/Зараменских Е.П., Артемьев И.Е. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 188 с.: 60x90 1/16.
2. Интернет вещей: Будущее уже здесь / Грингард С. - М.: Альпина Паблишер, 2016. - 188 с.: 60x90 1/16
3. Адаптивные оптические системы перспективных сетей связи Безуглов Д.А., Юхнов В.И., Решетникова И.В. Современные наукоемкие технологии. 2016. № 12-3. С. 462-467.

УДК 004.92

### **ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА ДУГЛАСА-ПЕКЕРА ДЛЯ УМЕНЬШЕНИЯ ЧИСЛА ТОЧЕК ПОЛИЛИНИИ**

**Балун Владимир Николаевич, Дроздов Никита Алексеевич, Дорошенко Елена  
Витальевна**

Технологический институт (филиал) ДГТУ в г. Азове,  
г. Азов, Россия

#### ***Аннотация***

*В статье рассматривается прикладное применение алгоритма Дугла-Пекера в работе с упрощением полигональной цепи. Авторы статьи описывают работу самого алгоритма, приводят код на языке C++, позволяющий реализовать данный алгоритм в работе с векторной графикой. Кроме того, было построено дерево рекурсивных вызовов для конкретно заданной полилинии и дана оценка сложности предлагаемого алгоритма.*

**Ключевые слова:** полилиния, алгоритм, полигональная цепь, программный код, дерево рекурсии, оценка сложности.

### **SOFTWARE IMPLEMENTATION OF THE DOUGLAS-PACKER ALGORITHM TO DECREASE THE NUMBER OF POLYLINE POINTS**

**Balun Vladimir Nikolaevich, Drozdov Nikita Alexeevich, Doroshenko Elena Vitalyevna**

Technological institute (branch) of DSTU in Azov,  
Azov, Russia

#### ***Abstract***

*The article discusses the application of the Douglas-Packer algorithm in the work with the simplification of the polygonal chain. The authors of the article describe the operation of the algorithm itself, give the code in C++, which allows to implement this algorithm in working with vector graphics. In addition, a recursive call tree was constructed for a specific polyline and an estimate of the complexity of the proposed algorithm was given.*

**Keywords:** polyline, algorithm, polygonal chain, program code, recursion tree, complexity estimate.

### **Актуальность**

Большинство программистов, которые занимаются векторной графикой, рано или поздно начинают сталкиваться с проблемой упрощения полигональной цепи (процесс, позволяющий уменьшить число точек полилинии) [4]. В связи с этим они начинают поиск информации по этой теме, но вся суть проблемы заключается в том, что информации, а особенно реализации подобных алгоритмов практически нет. В целом, данный тип задач очень распространен при обработке векторной графики и при построении карт. В качестве примера можно взять цепь, несколько точек которой попадают в один и тот же пиксель, очевидно, что все эти точки можно упростить в одну. Также хотелось бы отметить, что проблема упрощения полигональной цепи совершенно не нова, она поднималась в работах различных исследователей, например:

– «Принципы проектирования сложных математико-картографических моделей (на примере создания площадных анаморфированных геоизображений, отражающих социальные характеристики Советского муниципального района Саратовской области)» - Молочко А. В., Басамыкин С. С., Басамыкин А. С;

– «Технология трехмерной визуализации данных ГИС и САПР IndorViewer3D» - Мирза Наталия Сергеевна, Петренко Денис Александрович, Скворцов Алексей Владимирович;

– «Встроенный язык скриптов для GIS-системы WinMap» - Заставной Дмитрий Александрович.

### **Цель**

Цель статьи - разработка программного кода на языке C++, реализующего алгоритм Дугласа-Пекера для упрощения полигональной цепи. Достижение цели предполагает реализацию следующих задач:

– математическое описание алгоритма Дугласа-Пекера для упрощения полигональной цепи;

– создание программного кода на языке C++ для реализации описанного алгоритма упрощения полигональной цепи;

– апробация разработанного программного кода на примере полилинии с различными значениями заданного параметра расстояния между точками;

– оценка сложности алгоритма аналитическим способом.

### **Описание**

Алгоритму задается исходная полилиния и максимальное расстояние ( $\epsilon$ ), которое может быть между исходной и упрощенной полилиниями (то есть, максимальное расстояние от точек исходной к ближайшему участку полученной полилинии).

Алгоритм рекурсивно делит полилинию [5]. Входом алгоритма служат координаты всех точек между первой и последней включая их, а также  $\epsilon$ . Первая и последняя точка сохраняются неизменными. После чего алгоритм находит точку, наиболее удаленную от отрезка, состоящего из первой и последней [2]. Если точка находится на расстоянии, меньше, чем  $\epsilon$ , то все точки, которые ещё не были отмечены к сохранению, могут быть выброшены из набора, и получившаяся прямая сглаживает кривую с точностью не ниже  $\epsilon$ . Если же расстояние больше  $\epsilon$ , то алгоритм рекурсивно вызывает себя на наборе от начальной до данной и от данной до конечных точек. Стоит отметить, что алгоритм Дугласа-Пекера в ходе своей работы не сохраняет топологию. Это означает, что в результате мы можем получить линию с самопересечениями.

В качестве наглядного примера возьмем полилинию, представленную на рисунках с различными значениями  $\epsilon$ , со следующим набором точек [ { 1; 5 }, { 2; 3 }, { 5; 1 }, { 6; 4 }, { 9; 6 }, { 11; 4 }, { 13; 3 }, { 14; 2 }, { 18; 5 } ] и посмотрим на процесс упрощения с разными значениями  $\epsilon$ :

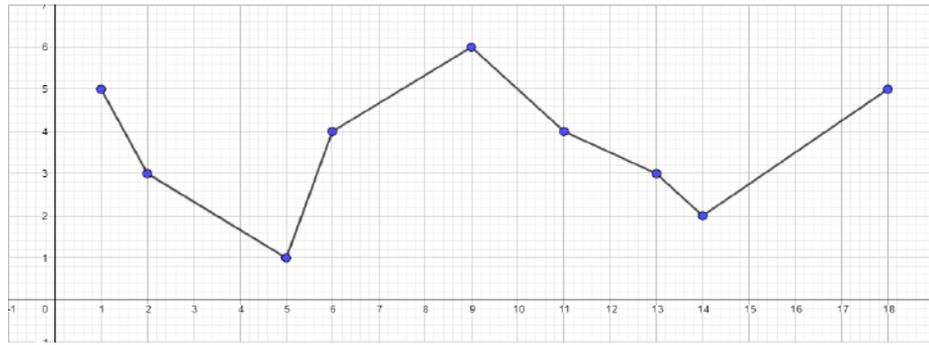


Рисунок 1 - Исходная полилиния из представленного набора точек

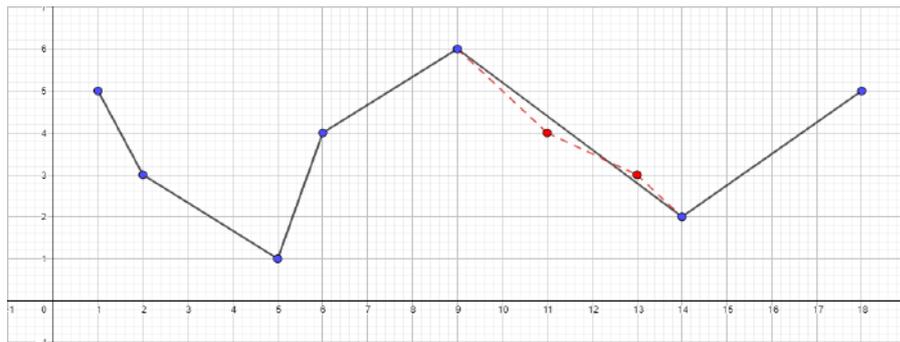


Рисунок 2 - Полилиния с  $\epsilon$  равной 0.5

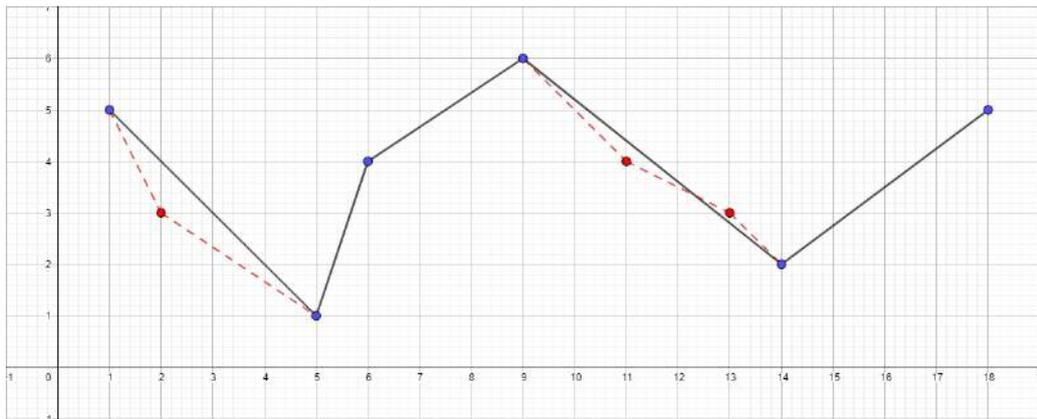


Рисунок 3 - Полилиния с  $\epsilon$  равной 1

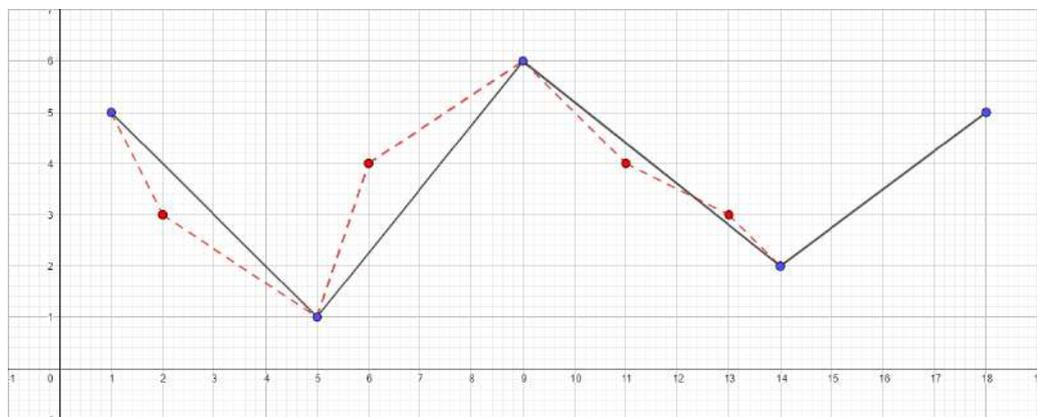


Рисунок 4 - Полилиния с  $\epsilon$  равной 1.5

### Реализация

В качестве языка программирования для реализации алгоритма был выбран C++ [3].  
Непосредственно реализация самого алгоритма:

```
#define X_COORDINATE 0
#define Y_COORDINATE 1

template<typename T>
using point_t = std::pair<T, T>;

template<typename T>
using line_segment_t = std::pair<point_t<T>, point_t<T>>;

template<typename T>
using points_t = std::vector<point_t<T>>;

template<typename CoordinateType>
double get_distance_between_point_and_line_segment(const line_segment_t<CoordinateType>&
line_segment, const point_t<CoordinateType>& point) noexcept
{
    const CoordinateType x = std::get<X_COORDINATE>(point);
    const CoordinateType y = std::get<Y_COORDINATE>(point);

    const CoordinateType x1 = std::get<X_COORDINATE>(line_segment.first);
    const CoordinateType y1 = std::get<Y_COORDINATE>(line_segment.first);

    const CoordinateType x2 = std::get<X_COORDINATE>(line_segment.second);
    const CoordinateType y2 = std::get<Y_COORDINATE>(line_segment.second);

    const double double_area = abs((y2-y1)*x - (x2-x1)*y + x2*y1 - y2*x1);
    const double line_segment_length = sqrt(pow((x2-x1), 2) + pow((y2-y1), 2));
    if (line_segment_length != 0.0)
        return double_area / line_segment_length;
    else
        return 0.0;
}

template<typename CoordinateType>
void simplify_points(const points_t<CoordinateType>& src_points, points_t<CoordinateType>&
dest_points, double tolerance, std::size_t begin, std::size_t end)
{
    if (begin + 1 == end)
        return;

    double max_distance = -1.0;
    std::size_t max_index = 0;
    for (std::size_t i = begin + 1; i < end; i++)
    {
        const point_t<CoordinateType>& cur_point = src_points.at(i);
        const point_t<CoordinateType>& start_point = src_points.at(begin);
        const point_t<CoordinateType>& end_point = src_points.at(end);
```

```
    const double distance = get_distance_between_point_and_line_segment({ start_point,
end_point }, cur_point);
    if (distance > max_distance)
    {
        max_distance = distance;
        max_index = i;
    }
}

if (max_distance > tolerance)
{
    simplify_points(src_points, dest_points, tolerance, begin, max_index);
    dest_points.push_back(src_points.at(max_index));
    simplify_points(src_points, dest_points, tolerance, max_index, end);
}
}

template<
    typename CoordinateType,
    typename = std::enable_if<std::is_integral<CoordinateType>::value ||
std::is_floating_point<CoordinateType>::value>::type>
points_t<CoordinateType> douglas_peucker(const points_t<CoordinateType>& src_points, double
tolerance) noexcept
{
    if (tolerance <= 0)
        return src_points;

    points_t<CoordinateType> dest_points{};
    dest_points.push_back(src_points.front());
    simplify_points(src_points, dest_points, tolerance, 0, src_points.size() - 1);
    dest_points.push_back(src_points.back());
    return dest_points;
}

int main()
{
    points_t<int> source_points{ { 1, 5 }, { 2, 3 }, { 5, 1 }, { 6, 4 }, { 9, 6 }, { 11, 4 }, { 13, 3 }, { 14,
2 }, { 18, 5 } };
    points_t<int> simplify_points = ramer_douglas_peucker(source_points, 1);
    return EXIT_SUCCESS;
}
```

### Пример выполнения алгоритма

В качестве входных данных возьмем ранее известный набор точек [ { 1; 5 }, { 2; 3 }, { 5; 1 }, { 6; 4 }, { 9; 6 }, { 11; 4 }, { 13; 3 }, { 14; 2 }, { 18; 5 } ] и  $\epsilon$  равная 1:

1. Найдем наиболее удаленную точку от отрезка { 1; 5 } - { 18; 5 }, данной точкой окажется точка { 5; 1 }, представленная на рисунке 5.

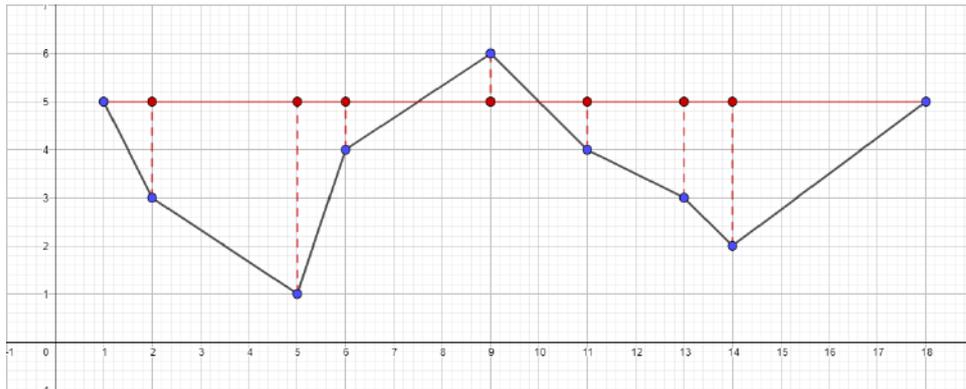


Рисунок 5 - Наиболее удаленная точка от отрезка  $\{ 1; 5 \} - \{ 18; 5 \}$

2. Проверяем ее расстояние до отрезка  $\{ 1; 5 \} - \{ 18; 5 \}$ . Оно оказывается больше 1, значит добавляем ее в результирующую полилинию.

3. Запускаем рекурсивно алгоритм для отрезка  $\{ 1; 5 \} - \{ 5; 1 \}$  и находим наиболее удаленную точку для этого отрезка. Данной точкой является точка  $\{ 2; 3 \}$ , представленная на рисунке 6.

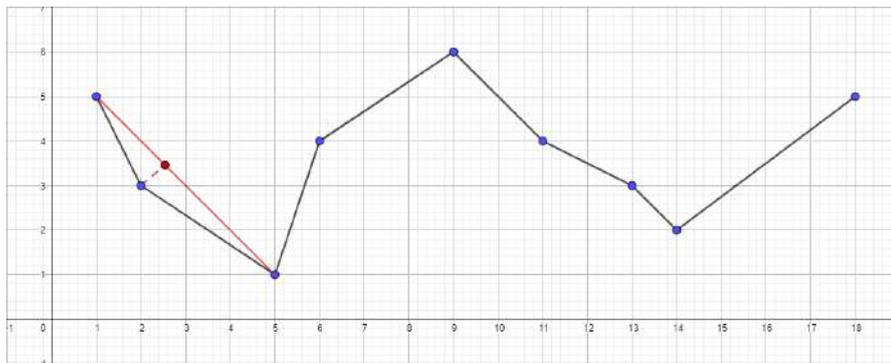


Рисунок 6 - наиболее удаленная точка от отрезка  $\{ 1; 5 \} - \{ 5; 1 \}$

4. Проверяем ее расстояние до отрезка  $\{ 1; 5 \} - \{ 5; 1 \}$ . В данном случае оно расстояние меньше 1, значит мы можем спокойно отбросить эту точку.

5. Запускаем рекурсивно алгоритм для отрезка  $\{ 5; 1 \} - \{ 18; 5 \}$  и находим наиболее удаленную точку для этого отрезка, как показано на рисунке 7.

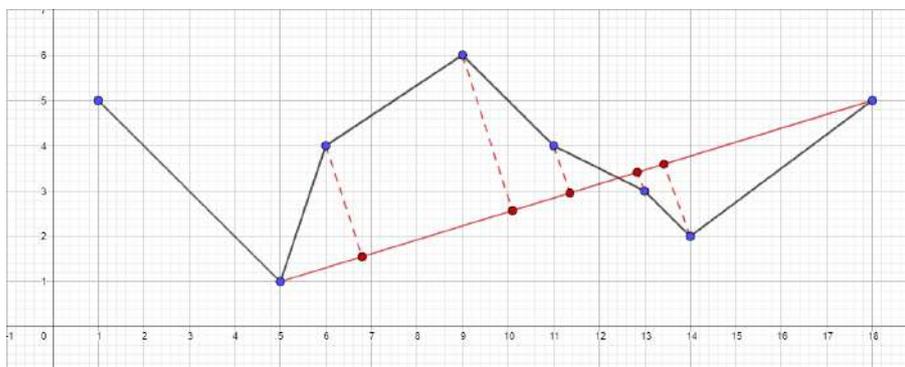


Рисунок 7 - наиболее удаленная точка от отрезка  $\{ 5; 1 \} - \{ 18; 5 \}$

В результате дерева рекурсивных вызовов для этих тестовых данных будет выглядеть, как на рисунке 8.

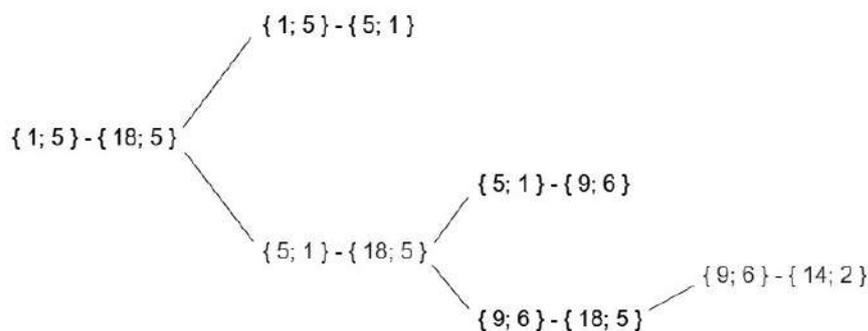


Рисунок 8 – дерево рекурсивных вызовов для тестовых данных

### Время работы

Ожидаемая сложность алгоритма в лучшем случае составляет  $O(n \cdot \log(n))$ , это когда номер наиболее удаленной точки всегда оказывается лексикографически центральным. Однако, в худшем случае сложность алгоритма составляет  $O(n^2)$ . Это достигается, например, в случае, если номер наиболее удаленной точки всегда соседний к номеру граничной точки [1].

### Литература

1. Будяков В.В., Рыбалко К.К., Долженко А.М. Сравнительный анализ технологий построения виртуальных миров // Современные тенденции развития и перспективы внедрения инновационных технологий в машиностроении, образовании и экономике. 2016. Т. 2. № 1. С. 285-291.
2. Долженко А.М., Костыркин А.В., Анохин Д.В. Применение карт Google в прикладных программах // Современные тенденции развития и перспективы внедрения инновационных технологий в машиностроении, образовании и экономике. 2016. № 1. С. 181-183.
3. Келлер А.В., Захарова Е.В. Задача оптимального измерения с учетом резонансов: алгоритм программы и вычислительный эксперимент // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Математическое моделирование и программирование. 2012. № 27. С. 58-65.
4. Новик Н.В. Информационные технологии как средство повышения эффективности профессиональной подготовки инженера (на материалах дисциплины «Инженерная графика») // Общество: социология, психология, педагогика. 2016. № 8. С. 88-90.
5. Фоменко А.Е., Чурсин А.И. Управление территориями при помощи геоинформационных технологий // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. № 5-1. С. 80-82.

УДК 004.42 : 004.896

## МОБИЛЬНЫЕ СРЕДЫ WEB-РАЗРАБОТКИ ДЛЯ МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ

**Сорока Антон Сергеевич, Завадская Татьяна Владимировна**  
Донецкий национальный технический университет,  
г. Донецк, Донецкая народная республика

### **Аннотация**

*Статья посвящена рассмотрению современных мобильных сред web-приложений. Проведен их сравнительный анализ с точки зрения применения для реализации конкретных задач. Выбранная технология или набор технологий должны обеспечить выполнение поставленной перед разработчиком задачи с максимальной эффективностью.*

**Ключевые слова:** *React Native, Android, кроссплатформенность, Cordova, нативные приложения.*

## **MOBILE WEB DEVELOPMENT ENVIRONMENTS FOR MOBILE APPS**

**Soroka Anton Sergeevich, Zavadskaya Tatyana Vladimirovna**

Donetsk National Technical University, Donetsk,  
Donetsk People's Republic

### **Abstract**

*The article is devoted to the consideration of modern mobile web-application environments. Their comparative analysis from the point of view of application for realization of concrete tasks is carried out. The chosen technology or set of technologies should ensure the fulfillment of the task set for the developer with maximum efficiency.*

**Keywords:** *React Native, Android, cross-platform, Cordova, native applications.*

### **Введение**

Каждый пользователь имеет свое собственное мобильное устройство и организации, занимающиеся разработкой программного обеспечения для мобильных устройств, понимают, что большую часть свободного времени люди используют их. Исходя из этого создаются различные приложения, что приводит к росту потребности мобильных сред разработки. В связи с этим можно наблюдать появление множества платформ для web-разработки, из-за чего разработчику трудно остановить свой выбор на конкретной платформе.

### **Постановка проблемы**

Существует множество сред для разработки, но самые востребованные из них – это те, которые компилируются в JavaScript (JS). Большую популярность они приобрели из-за низкого порога вхождения, наличия кроссплатформенности, возможности использования web-элементов, нативности. Примерами могут служить следующие среды разработки: React Native, Apache Cordova (ранее PhoneGap). Проблемой является выбор одной или нескольких сред разработки, обеспечивающих наиболее эффективное решение поставленной перед разработчиками задачи.

### **Нативные приложения, кроссплатформенность**

Рассматриваемые среды, согласно документации, дают возможность разработки нативных и кроссплатформенных приложений. Нативные приложения — это прикладные программы, которые были разработаны для использования на определённой платформе или на определённом устройстве. Одно из преимуществ нативных приложений — то, что они оптимизированы под конкретные операционные системы, поэтому они могут работать корректно и быстро. Кроссплатформенность — способность программного обеспечения работать с двумя и более аппаратными платформами и (или) операционными системами (ОС). Это обеспечивается благодаря использованию высокоуровневых языков программирования, сред разработки и выполнения, поддерживающих условную компиляцию, компоновку и выполнение кода для различных платформ.

Из этого следует, что разработанное приложение может верно функционировать на нескольких ОС, которые можно будет разместить в Play маркете или App Store. Ключевой составляющей таких приложений является то, что ресурсы приложения используют натив-

ный компонент и выполняются в `WebView`. Данный способ позволяет устанавливать связь со всеми доступными элементами устройства: камера, акселерометр, динамики, кнопки, микрофон и т.д. Возможности таких приложений ограничены только скоростью обработки рендера. Остановимся конкретней на выбранных средах разработки.

### **React Native**

React Native разработана для создания нативно отображаемых iOS и Android-приложений. В его основе лежит разработанная в Facebook JS-библиотека React, предназначенная для создания пользовательских интерфейсов. Данный фреймворк ориентирован не на браузер, а на мобильные платформы. При разработке приложения можно использовать React Native для написания чистых, быстрых мобильных приложений, используя привычную JS-библиотеку React и единой кодовой базой JavaScript. Прежде чем рассматривать детально React Native, определим, что такое React.

React — это JS-библиотека для создания пользовательских интерфейсов, для веб-приложений. React широко распространен, и в отличие от более крупных MVC-фреймворков решает относительно узкую задачу: рендеринг интерфейса. React может использоваться для разработки одностраничных и мобильных приложений. Его цель — предоставить высокую скорость, простоту и масштабируемость. В качестве библиотеки для разработки пользовательских интерфейсов React часто используется с другими библиотеками, такими как Redux.

В React компонент описывает собственное отображение, а затем библиотека обрабатывает рендеринг. В случае, если нужно отрисовать компоненты для web, то React использует стандартные HTML-теги. Благодаря тому же уровню абстракции — для рендеринга в iOS и Android React Native вызывает соответствующие *Application Programming Interface* (API). В iOS компоненты отрисовываются в UI-виды, а в Android — в нативные виды. У React Native есть ряд отличий:

- стандартный `div` заменяется `View`;
- тег `img` заменяет `Image`;
- доступны спец-теги для различных платформ.

React Native запускает приложение с помощью JS-движка хост-платформы, без блокирования основного UI-потoka. В итоге разработчик получает преимущества нативной производительности, анимации и поведения без необходимости писать на Objective-C или Java. Другие методы разработки кроссплатформенных приложений, вроде Cordova или Titanium, никогда не достигнут такого уровня нативной производительности или отображения.

Для написания кода используется JSX (пример на рис.1), который похож на стандартный HTML, CSS, JavaScript. В отличие от стандартной разработки под iOS и Android, React Native имеет больше преимуществ, т.к. приложение в основном состоит из JavaScript. Разработчик может пользоваться многочисленными достоинствами web-разработки. Например, чтобы увидеть внесённые в код изменения, можно мгновенно «обновить» приложение вместо длительного ожидания завершения традиционного ребилда.

Большинство API во фреймворке — кроссплатформенные, так что достаточно написать компонент React Native, и он будет работать в iOS и Android. React Native позволяет назначать платформозависимые версии каждого компонента, которые можно потом интегрировать в своё приложение.

У React Native есть свои недостатки: относительно новый проект, которому свойственны проблемы новых библиотек; отсутствуют некоторые функции; не выработаны оптимальные методики использования; от релиза к релизу внедряются серьёзные изменения, которые не всегда влияют на работу положительно.

Из преимуществ можно выделить следующие: возможность использования единой кодовой базы под iOS и Android; низкий порог вхождения; быстрый цикл разработки; воз-

возможность получения API с собственного сайта; отсутствие свойственных фреймворку ограничений.

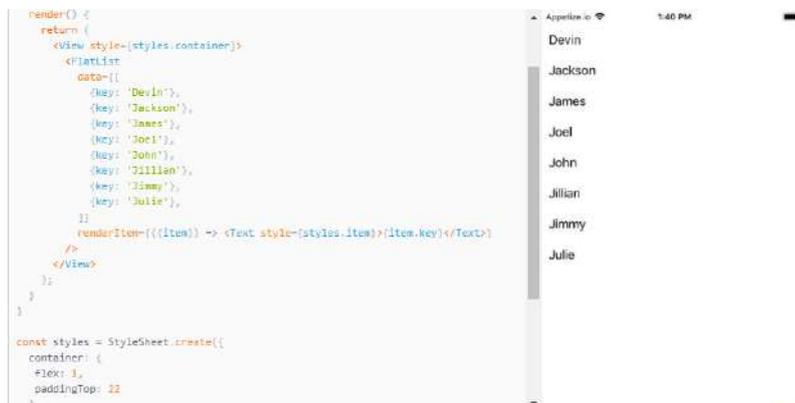


Рисунок 1 – Пример JSX кода

Подводя итог, React Native обеспечивает высококачественную кроссплатформенную мобильную разработку, но не подходит для разработки крупных игровых приложений.

### Apache Cordova

Apache Cordova — это платформа разработки мобильных приложений с открытым исходным кодом. Она позволяет использовать стандартные веб-технологии, такие как HTML5, CSS3 и JavaScript для кросс платформенной разработки, избегая встроенного языка разработки для каждой из мобильных платформ. Приложения выполняются внутри компонента нацеленного на каждую платформу и используют стандартные API для доступа к датчикам устройства, данным и состоянию сети.

Приложение реализовано как веб-страница, где по умолчанию главным файлом является `index.html`, который ссылается на CSS, JS, изображения, файлы мультимедиа или другие ресурсы, необходимые для его запуска. Выполняется это все как `WebView` в пределах оболочки приложения, которая будет доступна в магазинах приложений.

`WebView` с поддержкой Cordova может представлять приложения и его пользовательский интерфейс. Поддерживаются следующие платформы: Android; iOS; WP8; Windows; Ubuntu; Blackberry 10.

В работе с некоторыми платформами Cordova может выступать в качестве компонента в больших, гибридных приложениях, которые объединяются в `WebView` с другими компонентами приложения.

Интерфейс плагина доступен для Cordova и других компонентов, для повторного использования кода. Это позволяет вызывать код на языке платформы из JavaScript. На нескольких платформах устройств согласуются JS API, чтобы этот машинный код скомпилировать. Сторонние плагины предоставляют дополнительные привязки для функции, которые могут не выполняться на всех платформах. Можно найти эти аналоги таких плагинов в реестре и использовать их в своем приложении. На рис. 2 представлен пример реализации разметки и кода в данной среде.

Cordova не предоставляет каких-либо виджетов для пользовательского интерфейса или MV-фреймворков. Если нужно использовать UI-виджеты и/или MV-фреймворк, то необходимо выбрать их и включить в приложение самостоятельно, как ресурсы третьей стороны. Как и у любой среды у Cordova есть свои достоинства и недостатки. Из достоинств можно выделить следующие: простота изучения; доступ к нативному функционалу (камера, динамики, кнопки и т.д.); простое API; возможность использования JavaScript библиотек.

```
<!DOCTYPE html>
<html>
<head>
<title>Compass Example</title>
<script type="text/javascript" charset="utf-8" src="cordova.js"></script>
<script type="text/javascript" charset="utf-8">
var watchID = null;
function onDeviceReady() {
startWatch();
}
function startWatch() {
var options = { frequency: 3000 };
watchID = navigator.compass.watchHeading(onSuccess, onError, options);
}
</script>
</head>
<body>
<div id="heading">Waiting for heading...</div>
<button onclick="startWatch();">Start Watching</button>
<button onclick="stopWatch();">Stop Watching</button>
</body>
</html>
```

Рисунок 2 – Пример кода и разметки

Также имеются следующие недостатки: плохая документация; низкая производительность по сравнению с другими нативными приложениями; отсутствие готовых элементов пользовательского интерфейса; большое количество использования плагинов.

Данный фреймворк может подойти для разработки небыстрых приложений, которые работают с небольшим объемом данных, но при этом нужна большая кроссплатформенность и быстрота создания приложения.

#### Выводы

Технологии web-разработок развиваются очень быстро, поэтому не стоит останавливаться на одном способе разработки. Во многих случаях есть возможность комбинирования нескольких способов создания приложения. Например, Cordova может использовать библиотеку React, но такой способ может влиять на производительность. Пока в мире IT индустрии нет определенных стандартов, и предписаний, указывающих какую технологию использовать, следует выбирать технологию, которая индивидуально подойдет к проекту. Выбранная технология должна позволять выполнить поставленную перед разработчиком задачу с максимальной эффективностью.

УДК 004.738.2

### تأثير الارتباط المكاني وعدد اختيار الهوائيات على سعة قناة MIMO (Influence of spatial correlation and antenna selection number on the channel of capacity MIMO)

Al Taher I.A.

Department of Electronics, radio engineering and communication systems, Don State Technical University, Shakhty, Russian Federation

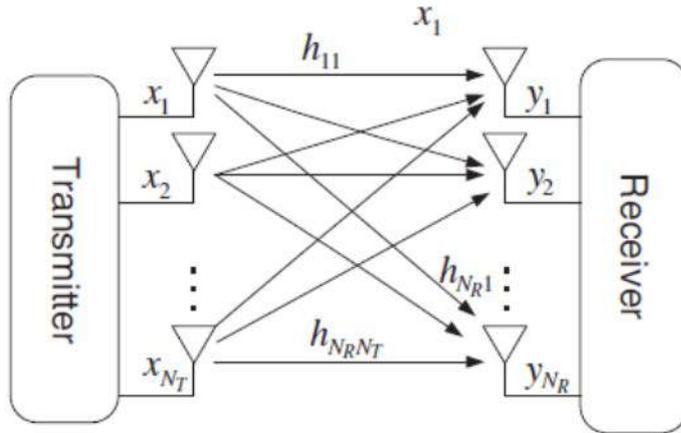
#### الخلاصة (Abstract)

في هذا البحث نقترح طريقة اختيار الهوائي في قناة متعددة الادخال- متعددة الاخراج (MIMO) تعمل على تحسين سعة قناة هوائيات الإرسال المتعددة ، التي يتم الحصول عليها من خلال اختيار أفضل هوائي في الإرسال. وكذلك يمكن استخدام هذه الطريقة لتقليل الطاقة المستهلكة في التردد الراديوي RF (Radio Frequency) في الهوائيات ، للحصول على كفاءة طاقة عالية لتحقيق أقصى سعة قناة للمنظومة (MIMO), وكذلك دراسة تأثير قناة الارتباط المكانية spatial correlation () على سعة الإرسال المتعددة. في هذا البحث ، أظهرت النتائج أن نسبة الإشارة إلى الضوضاء (Signal to Noise Ratio) SNR واحتمالية الخطأ في عدد البتات BER (Bit Error Rate) عند SNR تساوي (18) ديسيبل (dB) هي (10<sup>-3</sup>) ، وكذلك زيادة معامل الارتباط المكانية تؤدي الى تقليل سعة القناة بسبب الخسائر في عناصر الهوائي بين الإرسال والاستقبال ، عندما تكون نسبة الإشارة إلى الضوضاء هي (18) ديسيبل (dB) بين هوائيات الاستقبال.

الكلمات الافتتاحية (Keywords): متعدد الادخال- متعدد الاخراج (MIMO) ، طريقة اختيار الهوائي ، معلومات حالة القناة (CSI) (Channel State Information) ، سعة القناة، قناة الارتباط المكانية (Spatial correlation).

## 1- المقدمة (Introduction)

تتمثل التحديات الرئيسية لأنظمة الاتصالات اللاسلكية المستقبلية في زيادة سعة القناة وتحسين جودة الخدمة (QoS) وجودة الأجهزة منخفضة التكلفة. لقد اثبت في الآونة الاخيرة أن تكنولوجيا (MIMO) هي أحد الحلول لتحقيق ذلك عن طريق إرسال عدة بيانات من هوائيات متعددة [1] ، في الشكل (1) ، بين مخطط للمنظومة بهوائيات إرسال  $N_T$  واستقبال  $N_R$  ، حيث يمكن تمثيل القناة  $H$  بواسطة  $N_R \times N_T$ . ومع ذلك ، يمكن تحسين سعة قناة MIMO مع زيادة عدد هوائيات الإرسال والاستقبال [2]. لكن العيب الرئيسي لمنظومة (MIMO) هو أن التردد الراديوي (RF) الإضافية عالية التكلفة مطلوبة عند استخدام هوائيات متعددة. بشكل عام ، تتكون اجهزة التردد الراديوي على عدد من العناصر مثل مضخم ضوضاء منخفض (LNA Low Noise Amplifier) ومحول التردد المنخفضة ومحول تناظري إلى رقمي (ADC Analog-to-Digital Converter) ، وتحتوي كذلك على مضخم طاقة (Power Amplifier) PA ، وتساهم حوالي 65 ٪ من إجمالي استهلاك الطاقة [3]. في كل هوائي يحتوي على عناصر التردد الراديوي (RF). لذا كلما زاد عدد الهوائيات يزداد عدد عناصر التردد الراديوي، مما يساعد على زيادة استهلاك الطاقة. لذلك يبقى العمل الفعال من حيث التكلفة لتكنولوجيا (MIMO) يمثل تحديًا كبيرًا. تساعد طريقة اختيار الهوائي في تقليل تكلفة العمل مع الاحتفاظ بمعظم فوائد تكنولوجيا (MIMO) باستخدام عناصر الترددات الراديوية أقل من عدد عناصر الهوائي ، بينما تكون عناصر الهوائي رخيصة عادةً وفي بعض الحالات تكون مجرد قطعة من النحاس هي أكثر تكلفة بكثير من طريقة اختيار الهوائي ، يتم اختيار مجموعة فرعية من عناصر الهوائي المتاحة بشكل تكيفي بواسطة مفتاح ، وتتم فقط معالجة الإشارات من المجموعة الفرعية المختارة بواسطة عناصر الترددات الراديوية المتوفرة [4]. تعتمد سعة القناة على اختيار هوائيات الإرسال وكذلك عدد هوائيات الإرسال التي يتم اختيارها. لذلك يمكن تحسين سعة القناة بواسطة طريقة اختيار الهوائي [5]. تستغل هذه الطريقة معلومات حالة القناة (CSI) (Channel State Information) عند الإرسال لاستخراج فائدة مماثلة تقريبًا مثل طريقة التنوع (Diversity). من الفوائد الأخرى لاستخدام هذه الطريقة هي تقليل طاقة الإرسال عن طريق تقليل عدد أجهزة الإرسال الفعالة [6]. بالإضافة إلى ذلك تم استخدام هذه الطريقة في منظومة (MIMO) واسعة النطاق. على سبيل المثال ، استخدام قنوات (Massive- MIMO) المقاسة باستخدام نوعين من صفائف الهوائي في نفس البيئة الواقعية ، كما ورد في [7]. فإننا نعتبر (MIMO) لعدد من المستخدمين (MU-MIMO) [8] ، حيث تم تجهيز محطة أساسية بعدد كبير (عشرات إلى مئات) من الهوائيات ، وتخدم العديد من مستخدمي الهوائي المفرد في نفس الزمن- التردد المصادر. يهدف هذا العمل إلى زيادة سعة القناة باستخدام طريقة اختيار الهوائي الأمثل وتقليل الارتباط المكاني. يتم تنظيم البحث على النحو التالي: المقطع الأول مقدمة الموضوع وفي المقطع الثاني عرض طريقة موديل اختيار الهوائي ، عند المقطع الثالث يبين تأثير قناة الارتباط وفي المقطع الرابع يوضح النتائج باستخدام المحاكاة وفي الاخير الخاتمة.



الشكل (1) منظومة (MIMO)  $(N_T \times N_R)$

## 2. موديل طريقة اختيار الهوائي (Antenna selection model technique)

اختيار الهوائي هي طريقة حديثة يمكن أن تساعد في تقليل عدد عناصر الترددات الراديوية واستهلاك الطاقة في قناة (MIMO). وفي الوقت نفسه ، تتمثل تمييز هذه القناة في أنه يمكن تحقيق أداء أفضل دون استخدام قدرة إرسال إضافية أو عرض نطاق ترددي. ومع ذلك ، فإن الفكرة الأساسية لآلية عملها مبينة في الشكل (2). تختلف سعة القناة مع اختيار الهوائي  $(N_R, N_T)$  حيث يتغير عدد الهوائيات المحددة حسب  $Q$  الذي يمثل عدد الهوائيات المختارة. يحتوي كل عمود في  $Q$  على  $\pi_i$  للدلالة على مؤشر العمود المحدد  $i = 1, 2, \dots, Q$  ثم يتم تمثيل الإشارة المستلمة  $y$  :

$$y = \sqrt{\frac{E_x}{Q}} H_{\{P_1, P_2, \dots, P_Q\}} X + Z \quad (1)$$

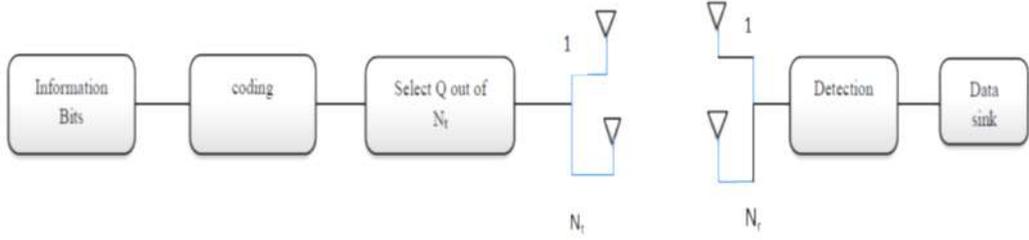
حيث  $C^{\text{NR} \times \text{Q}} \in \mathbb{C}^{\text{NR} \times \text{Q}}$  فعالة  $H_{\{p_1, p_2, \dots, p_Q\}}$  فأن موديل القناة بواسطة مصفوفة  $N_R \times Q$  و  $x \in \mathbb{C}^{\text{Q} \times 1}$  تمثل إشارة الإرسال ،  $z \in \mathbb{C}^{\text{NR} \times 1}$  عبارة عن متجه ضوضاء إضافي ، و  $E_x$  هو معدل الطاقة لكل إشارة مرسل . تعطي سعة قناة المنظومة التي تستخدم هوائيات الإرسال المحددة من  $Q$  :

$$C_{\{p_1, p_2, \dots, p_Q\}} = \log_2 \det \left( I_{N_R} + \frac{E_x}{Q N_0} H^H_{\{p_1, p_2, \dots, p_Q\}} H_{\{p_1, p_2, \dots, p_Q\}} \right) \text{ bps/Hz} \quad (2)$$

من أجل الحصول على أقصى سعة للمنظومة القناة ، يجب اختيار هوائي يمتلك أعلى سعة لذلك :

$$\{p_1^{\text{opt}}, p_2^{\text{opt}}, \dots, p_Q^{\text{opt}}\} = \arg \max_{\{p_1, p_2, \dots, p_Q\} \in A_Q} C_{\{p_1, p_2, \dots, p_Q\}} \quad (3)$$

حيث  $A_Q$  يمثل مجموعة من جميع الهوائيات المحتملة مع هوائيات  $Q$  المحددة .



الشكل (2) يمثل طريقة اختيار الهوائي مع المرسل الهوائي  $N_T$  ( $Q < N_T$ )

عند الاستقبال ، من أجل تقدير هوائي الإرسال يتم على النحو التالي:

$$i = \max (|H^{-1}R|) , \quad (4)$$

حيث  $H$  هي مصفوفة  $(N_R \times N_R)$  لعوامل انتقال القناة المركبة ، و  $R$  متجه إشارة الاستقبال .

### 3- تأثير الارتباط المكاني على سعة قناة (Effect spatial correlation of channel capacity MIMO)

يمكن إنشاء مصفوفات الارتباط باستخدام موديل القناة المكانية (Spatial channel model) لمعلومات قناة I-METRA MIMO في 3GPP [9]. تتطابق الحالة (A) مع بيئة قناة رايلي (Rayleigh fading) عند عدم اختيار التردد دون أي ارتباط بين جميع عناصر الهوائي. أما الحالة (B) والحالة (C) مع البيئة الحضرية (Macrocell environment) مع تغيير زاوية تأخير الانتشار (delay spread) ، حيث يأتي كل حالة تأخير من نفس زاوية الوصول (Angle of Arrival) AoA. عند الحالة (D) بيئة (Microcell) والبيئات الحضرية السيئة مع كل تأخير من AoA المختلفة. تحتوي مصفوفات ارتباط الإرسال والاستقبال  $(R_r$  و  $R_t)$  على معرفة حول كيفية ارتباط الإشارات من كل عنصر في المرسل والمستقبل مع بعضها البعض ويتم تقديم:

$$R_{tX} = \begin{pmatrix} \alpha_{11}^{tx} & \alpha_{12}^{tx} & \dots & \alpha_{1N_t}^{tx} \\ \alpha_{21}^{tx} & \alpha_{22}^{tx} & \dots & \alpha_{2N_t}^{tx} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \alpha_{N_t1}^{tx} & \alpha_{N_t2}^{tx} & \dots & \alpha_{N_tN_t}^{tx} \end{pmatrix} \quad (5)$$

$$R_{rX} = \begin{pmatrix} \alpha_{11}^{rx} & \alpha_{12}^{rx} & \dots & \alpha_{1N_r}^{rx} \\ \alpha_{21}^{rx} & \alpha_{22}^{rx} & \dots & \alpha_{2N_r}^{rx} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \alpha_{N_r1}^{rx} & \alpha_{N_r2}^{rx} & \dots & \alpha_{N_rN_r}^{rx} \end{pmatrix} \quad (6)$$

يتم الحصول على مصفوفة القناة الارتباط عند التأخير الزمني :

$$H^{\text{corr}}(\tau, t) = R_{rX}^{-1/2} H(\tau, t) R_{tX}^{-1/2} . \quad (7)$$

يتم إعطاء سعة (Ergodic) لمنظومة (MIMO) عبر مسارات قناة غير مرتبطة بافتراض ان قدرة الإرسال الكلية متساوية في منظومة (SISO) وتعطى في ادناه :

$$C = E \left\{ \log \left[ \det \left( I_{N_r} + \frac{\gamma}{N_t} H H^H \right) \right] \right\} \text{ b/s/Hz} \quad (8)$$

مصفوفة القناة الارتباط في المعادلة (8) باستبدال مصفوفة القناة المعدلة في المعادلة سعة قناة (MIMO) تعطى كما في

ادناه:

$$C = \log_2 \det \left( I_{N_R} + \frac{E_X}{N_T N_0} R_r^{-1/2} H_w R_t H_w^H R_r^{-1/2} \right) \quad (9)$$

حيث  $R_T$  هي مصفوفة الارتباط بين هوائيات الإرسال ،  $R_R$  هي مصفوفة الارتباط بين هوائيات الاستقبال ،  $H$  هي مصفوفة ربح القناة ،  $H_w$  هي  $i.i.d$  مصفوفة ربح قناة تلاشي رايلي. إذا كانت  $N = N_R = N_T$  في مرتبة كاملة (Full rank) ، وتكون نسبة الإشارة إلى الضوضاء (SNR) عالية.

فإن مقدار سعة قناة الإرسال يقل بسبب قناة الارتباط (Correlation channel) بين هوائيات الإرسال والاستقبال. وبالتالي ، تعتمد قناة الارتباط على عناصر الهوائي بشكل أساسي وعلى متوسط زاوية الوصول (Angle of Arrival) ، وطيف قدرة السمتي (Power Azimuth Spectrum) PAS وانتشار الزاوية (Angle Spread) AS وكذلك على المسافة بين الهوائي (Antenna spacing) . مصفوفات قنوات الارتباط ممكن تعطى على النحو التالي:

الحالة B: محطة برج الاتصال BS

(Base Station) مع لابلاس (Laplacian PAS) حيث  $AS = 5^\circ$  و  $AoA = 20^\circ$  ، محطة موبايل (Mobile Station) مع (Uniform PAS) حيث  $AoA = 22.5^\circ$ .

$$R_{BR} = \begin{bmatrix} 1 & 0.4640 + j0.8499 & -0.4802 + j0.7421 & -0.7688 - j0.0625 \\ 0.4640 - j0.8499 & 1 & 0.4640 + j0.8499 & -0.4802 + j0.7421 \\ -0.4802 - j0.7421 & 0.4640 - j0.8499 & 1 & 0.4640 + j0.8499 \\ -0.7688 + j0.0625 & -0.4802 - j0.7421 & 0.4640 - j0.8499 & 1 \end{bmatrix} \quad (10)$$

$$R_{MS} = \begin{bmatrix} 1 & -0.3043 & 0.2203 & -0.1812 \\ -0.3043 & 1 & -0.3043 & 0.2203 \\ 0.2203 & -0.3043 & 1 & -0.3043 \\ -0.1812 & 0.2203 & -0.3043 & 1 \end{bmatrix} \quad (11)$$

الحالة C : محطة برج الاتصال BS (Base Station) مع لابلاس (Laplacian PAS) : حيث  $AS = 10^\circ$  و  $AoA = 20^\circ$  ، محطة موبايل (Mobile Station) مع (Laplacian PAS) حيث  $AS = 35^\circ$  و  $AoA = 67.5^\circ$ .

$$B_{BS} = \begin{bmatrix} 1 & 0.4290 + j0.7766 & -0.3642 + j0.5472 & -0.4527 - j0.0521 \\ 0.4290 - j0.7766 & 1 & 0.4290 + j0.7766 & -0.3642 + j0.5472 \\ -0.3642 - j0.5472 & 0.4290 - j0.7766 & 1 & 0.464 + j0.8499 \\ -0.4527 + j0.0521 & -0.3642 - j0.5472 & 0.4290 - j0.7766 & 1 \end{bmatrix} \quad (12)$$

$$R_{MS} = \begin{bmatrix} 1 & -0.6906 + j0.3419 & 0.4903 - j0.3626 & -0.3733 + j0.3450 \\ -0.6906 - j0.3419 & 1 & -0.6906 + j0.3419 & 0.4903 - j0.3626 \\ 0.4903 + j0.3626 & -0.6906 - j0.3419 & 1 & -0.6906 + j0.3419 \\ -0.3733 - j0.3450 & 0.4903 + j0.3626 & -0.6906 - j0.3419 & 1 \end{bmatrix} \quad (13)$$

الحالة D : محطة برج الاتصال BS (Base Station) مع (Laplacian PAS) حيث  $AS = 15^\circ$  و  $AoA = 2^\circ$  ، محطة موبايل (Mobile Station) مع (Laplacian PAS) حيث  $AS = 67.5^\circ / 22.5^\circ$  (المسار الزوجي / المسار الفردي).

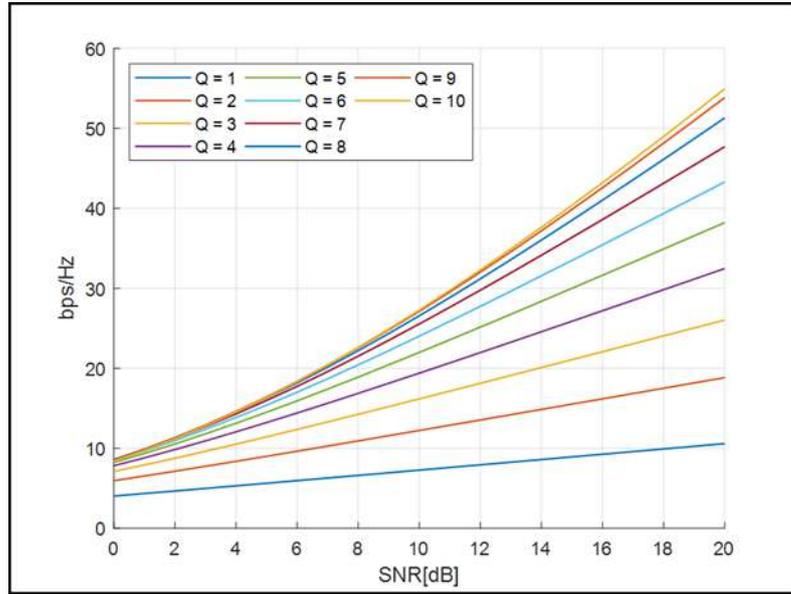
$$R_{BS} = \begin{bmatrix} 1 & 0.7544 + j0.0829 & 0.4109 + j0.0938 & 0.2313 + j0.0803 \\ 0.7544 - j0.0829 & 1 & 0.7544 + j0.0829 & 0.4109 + j0.0938 \\ 0.4109 - j0.0938 & 0.7544 - j0.0829 & 1 & 0.7544 + j0.0829 \\ 0.2313 - j0.0803 & 0.4109 - j0.0938 & 0.7544 - j0.0829 & 1 \end{bmatrix} \quad (14)$$

$$R_{MS} = \begin{bmatrix} 1 & 0.0819 + j0.4267 & -0.0719 + j0.0124 & -0.0863 + j0.0124 \\ 0.0819 - j0.4267 & 1 & 0.0819 + j0.4267 & -0.0719 + j0.0124 \\ -0.0719 - j0.0124 & 0.0819 - j0.4267 & 1 & 0.0819 + j0.4267 \\ -0.0863 - j0.0124 & -0.0719 - j0.0124 & 0.0819 - j0.4267 & 1 \end{bmatrix} \quad (15)$$

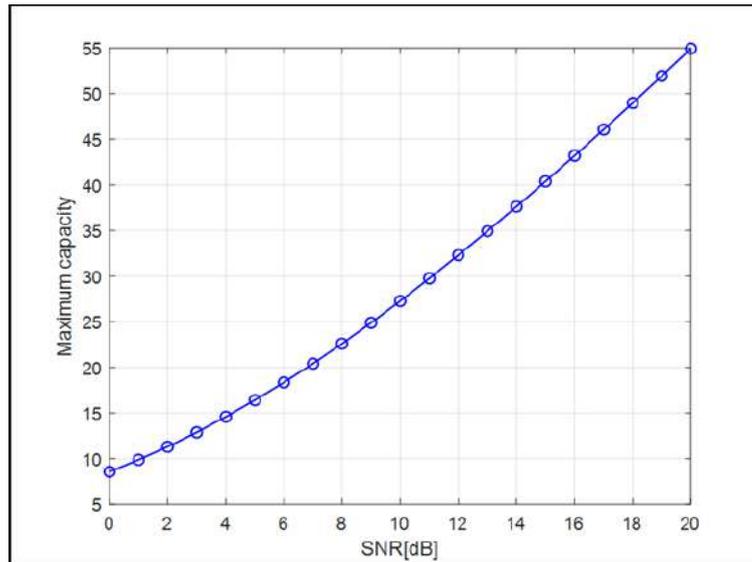
تهدف هذه الطريقة الحديثة إلى إيجاد أفضل عدد من الهوائيات الفعالة التي تعمل على تحسين كفاءة استخدام الطاقة للمنظومة لغرض الحصول على أقصى سعة قناة ارسال المتعددة لمعدل من قيم نسبة الإشارة الى الضوضاء (SNR). في الشكل (3) يبين ان (SNR) مقابل سعة القناة (bps / Hz) الى (MIMO) مع طريقة اختيار الهوائي التي لها  $N_T = 10$  و  $Q = 1,2,3,\dots,10$ .

يتضح من الشكل أن العلاقة بين عدد هوائيات الإرسال المختارة والكفاءة الطيفية للمنظومة مع سعة القناة تزداد بشكل خطي كما في الشكل (4) يبين علاقة (SNR) مقابل اقصى سعة القناة (bps / Hz) عند القناة الارسال التي تساوي  $N_T = N_R = 10$ . في الشكل (5)، يبين معدل افضل عدد من الهوائيات مقابل معدل من قيم (SNR). يظهر هذا بوضوح عند المقارنة بنتائج BER (Bit error rate) في قناة التلاشي و المبينة في الشكل (6).

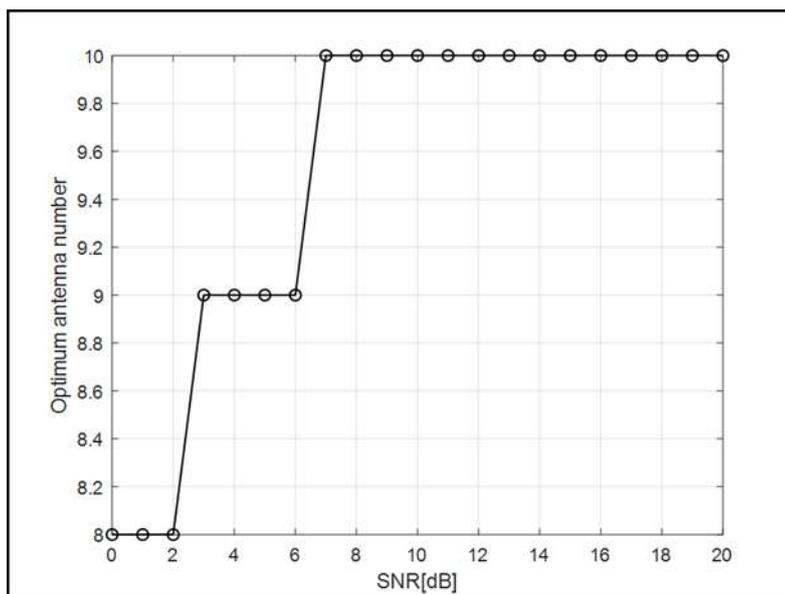
يبين الشكل (7) بشكل واضح ان كلما كانت زاوية السطوع صغيرة ( $AS=5^\circ$ ) في الحالة B ، زاد معامل الارتباط بسبب خسائر سعة القناة عندما تكون نسبة الإشارة إلى الضوضاء (SNR) تساوي 18 ديسيبل بين هوائيات الاستقبال. بينما في حالة C و D مع أكبر  $AS = 10^\circ, 15^\circ$  على التوالي ، يكون معامل الارتباط اقل بسبب الزيادة في سعة القناة كما في الشكل (8) وفي الشكل (9). من خلال تلك النتائج نستنتج أن الارتباط المكاني يؤدي دائماً إلى تأثير سلبي على سعة قناة (MIMO).



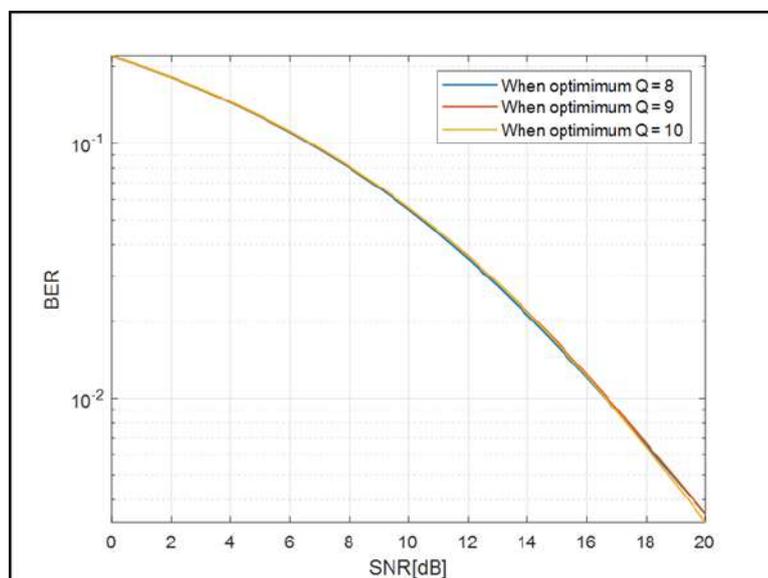
الشكل (3): يبين علاقة سعة القناة مع SNR عند استخدام طريقة اختيار عدد من الهوائيات



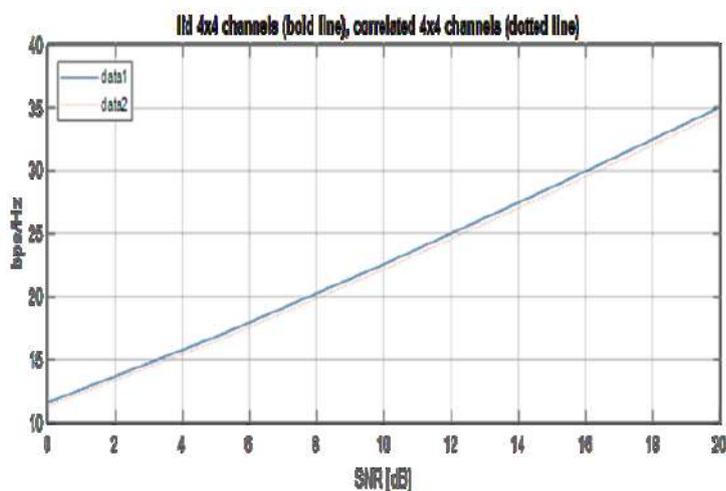
الشكل (4): يبين علاقة SNR مقابل الحد الأقصى للسعة القناة MIMO (bps / Hz) عند  $N_T = N_R = 10$



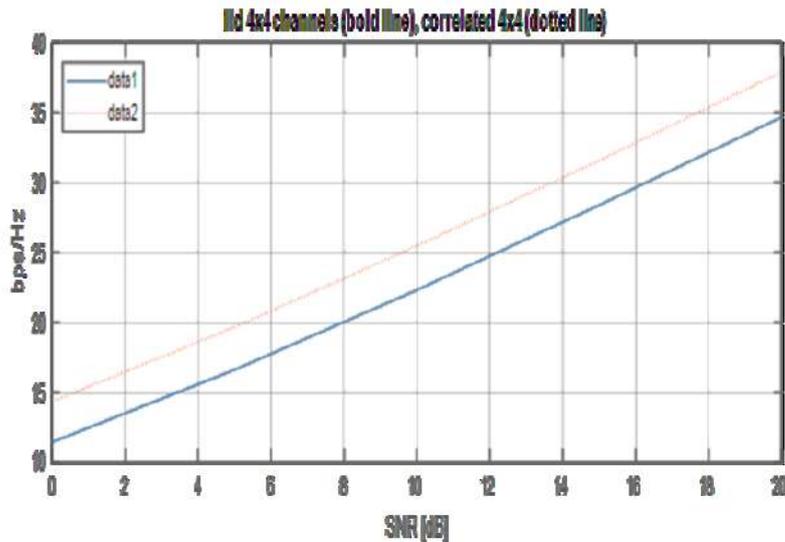
الشكل (5): يبين معدل SNR مقابل اختيار عدد الهوائي الأمثل في MIMO عند  $N_T = N_R = 10$



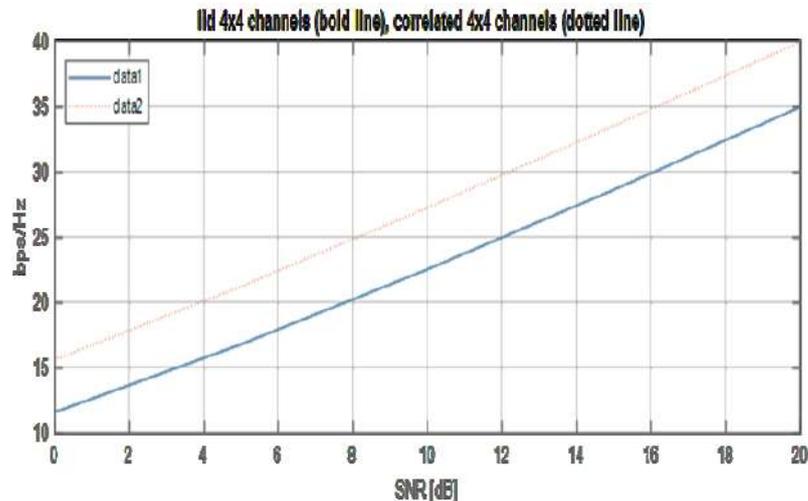
الشكل (6): يبين قيمة BER مقابل SNR عند  $N_T = 10$  و  $Q = 8, 9, 10$



الشكل (7): يبين ان سعة القناة تقل بسبب قناة الارتباط في حالة B في هوائي الاستقبال



الشكل (8): يبين زيادة سعة القناة مقابل قناة الارتباط في الحالة C في هوائيات الاستقبال



الشكل (9): يبين زيادة سعة القناة مقابل قناة الارتباط في الحالة D في هوائيات الاستقبال

## 5. الخاتمة (Conclusion)

في هذا البحث ، استخدمنا طريقة اختيار الهوائي الحديثة (Antenna selection technique) ذات ابعاد اكبر (Dimension larger) لقناة (MIMO) ، والتي يمكن استخدامها على معلومات حالة القناة (CSI) (Channel State Information) عند الإرسال. هذا يهدف إلى تقليل تكلفة الأجهزة والطاقة المستهلكة في عناصر الترددات الراديوية المتعددة ، هذا العيب الرئيسي الذي يوجد في الاتصالات المتنقلة من خلال اختيار افضل هوائي يمتلك على اقصى سعة. تبين نتائج المحاكاة (Simulation) تأثير الارتباط المكاني (Spatial correlation) على سعة القناة (MIMO) بين عناصر الهوائي التي تعتمد بشكل أساسي على متوسط زاوية الوصول (Angle of Arrival) AoA ، وقدرة الطيف السمتي (Power Azimuth) PAS ، وزاوية الانتشار (Angular Spread) AS.

## References

1. E. Telatar, "Capacity of multi-antenna Gaussian channel," European Transaction Telecommunication, vol. 10,no.6,pp.558-595,November/December 1999.
2. Y. Cho, J. Kim, W. Yang, C. Kang, "MIMO- OFDM wireless communications with MATLAB", John Wiley & Sons (Asia) Pvt. Ltd, Singapore, 2010.
3. M. Gruber, O. Blume, D. Ferling, D. Zeller, M. Imran, and E. Strinati, "EARTH - Energy Aware Radio and Network Technologies," in 20th IEEE International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Commun. (PIMRC), Sept. 2009, pp. 1–5.

4. Taylor & Francis Group, LLC, "MIMO system technology for wireless communications", edited by George Tsoulos. 2006.
5. Faseela K. Karim, Basil K. Jeemon, "Spatial Modulation With Multiple Active Transmit Antennas," International journal of modern trends in engineering and research, 2015.
6. Shuvabrata .B, Kishore K. G, " Adaptive Antenna Selection Technique for MIMO
7. System," IEEE 2016 3rd International Conference on Signal Processing and Integrated Networks (SPIN).
8. X. Gao, F. Tufvesson, O. Edfors, and F. Rusek, "Measured propagation characteristics for very-large MIMO at 2.6 GHz," in 2012 4th Asilomar Conference on Signals, Systems and Computers (ASILOMAR), 2012, pp. 295–299.
9. D. Gesbert, M. Kountouris, R. Heath, C.-B. Chae, and T. Salzer, "Shifting the MIMO paradigm," IEEE Signal Processing Magazine, vol. 24, no. 5, pp. 36–46, 2007.
10. G. T. S. Group, Spatial Channel Model, Spatial Channel Model AHG (Combined ad-hoc from 3GPP and 3GPP2), 3GPP Std. SCM-134 text V6.0, April 22, 2003.

УДК 658.15

## МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФИНАНСОВО-ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МАЛОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

**Доценко Елена Юрьевна**

Технологический институт (филиал) ДГТУ в г. Азове,  
г. Азов, Россия

**Аннотация:** *Статья посвящена проблемам повышения эффективности финансово-хозяйственной деятельности предприятий за счет оптимизации структуры их активов и пассивов (управление дебиторской и кредиторской задолженностями) и увеличения выручки предприятия).*

**Ключевые слова:** *Финансово-хозяйственная деятельность, анализ деятельности предприятия, управление дебиторской задолженностью, управление кредиторской задолженностью.*

## PRACTICAL ASPECTS OF INCREASE OF EFFICIENCY OF FINANCIAL-ECONOMIC ACTIVITY OF SMALL ENTERPRISES

**Dotsenko Elena Yuryevna**

Technological Institute (branch) DSTU in the city of Azov  
Azov, Russia

**Abstract:** *The Article is devoted to the problems of improving the efficiency of financial and economic activity of enterprises by optimizing the structure of their assets and liabilities (management of accounts receivable and payable) and increasing the revenue of enterprises.*

**Keywords:** *Financial and economic activity, analysis of the enterprise, management of accounts receivable, management of accounts payable.*

*Современное предприятие функционирует в нестабильных условиях внешней среды, поэтому объективный экономический анализ играет важную роль в решении широкого круга жизненно важных задач, стоящих перед предприятием.*

Основной целью финансово-хозяйственной деятельности предприятия является обеспечение максимальных результатов при минимизации затрат.

Для достижения этой цели любое предприятие вынуждено решать широкий спектр задач, к числу наиболее важных из них относятся следующие:

- обеспечение процесса хозяйственной деятельности необходимыми ресурсами;
- организация и управление производственным и (или) коммерческим процессом;
- организация управление трудовыми ресурсами;
- управление финансами предприятия.

Финансово-хозяйственная деятельность предприятия осуществляется непрерывно, на всех этапах его жизненного цикла, и имеет определенную специфику в зависимости от сферы деятельности и вида самого предприятия. Существенные особенности организации хозяйственной деятельности характерны для малых предприятий, имеющих незначительную численность персонала, размытую организационную структуру и ограниченные возможности по привлечению финансовых ресурсов.

Процесс осуществления финансово-хозяйственной деятельности предприятия реализуется через широкий спектр разнообразных взаимоотношений с различными субъектами экономической системы. К таким субъектам могут относиться поставщики и подрядчики, покупатели и заказчики, конкуренты, различного рода посредники, потребители, органы власти, контролирующие организации и прочие. Все эти процессы должны планироваться, анализироваться и контролироваться руководством предприятия, поскольку именно они и определяют сущность и специфику финансово-хозяйственной деятельности предприятия. Экономический потенциал хозяйствующего субъекта определяют его имущественный потенциал и финансовое состояние, а наращивание экономического потенциала в ходе финансово-хозяйственной деятельности предприятия обеспечивает его развитие.

Анализ финансово-хозяйственной деятельности является отправной точкой при планировании, прогнозировании и управлении предприятием, так как его результаты позволяют определить наилучшие направления развития.

Экономический анализ финансово-хозяйственной деятельности предприятия представляет собой совокупность методов и приемов изучения процесса индивидуального воспроизводства, т.е. анализ процесса кругооборота капитала на уровне организации (процессы заготовки ресурсов, производства продукции и ее реализации), которая представляет собой социально-экономическую систему. В ходе анализа определяются направления, способы улучшения хозяйственной деятельности организации как социально-экономической системы, обеспечивающие процесс расширенного воспроизводства.

При подготовке процедур анализа финансово-хозяйственной деятельности предприятия необходимо разделить анализируемую систему на отдельные подсистемы, это позволит получить более узкие и точные данные об исследуемых объектах.

Методика анализа финансово-хозяйственной деятельности предполагает последовательную оценку отдельных сторон функционирования предприятия. В качестве основных направлений анализа можно выделить следующие:

- анализ динамики и структуры имущества предприятия и источников его формирования;
- анализ прибыли и рентабельности деятельности предприятия;
- анализ затрат предприятия;
- анализ ликвидности (платежеспособности) и финансовой устойчивости предприятия;
- анализ оборачиваемости ресурсов предприятия;
- анализ производительности труда.

Повышение эффективности финансово-хозяйственной деятельности предприятия осуществляется на основе полученных результатов анализа. В качестве примера, позволяющего определить практические рекомендации по улучшению результативности финансово-

хозяйственной малого предприятия, рассмотрено общество с ограниченной ответственностью «Оранж», основным видом деятельности которого является оптовая торговля потребительскими товарами. Ключевыми контрагентами предприятия являются сетевые и мелкорозничные магазины, которым ООО «Оранж» осуществляет поставки плодоовощной и консервированной продукции.

Анализ имущественного положения ООО «Оранж» показал, что к 2016 г. произошло сокращение его финансово - хозяйственной деятельности, так как общая сумма хозяйственных средств, находящихся в распоряжении предприятия снизилась на 183 тыс. руб. Сократились как внеоборотные, так и оборотные активы предприятия. Существенную долю в структуре имущества ООО «Оранж» занимает дебиторская задолженность (75,5%), в структуре капитала – краткосрочные заемные средства (95,5% всех средств)

Анализ финансового положения ООО «Оранж» характеризует его финансовое состояние как неустойчивое, сопряженное с нарушением платежеспособности, что связано со значительной долей краткосрочных заемных средств, используемых в хозяйственной деятельности. ООО «Оранж» использует агрессивный подход к финансированию собственной деятельности, когда за счет заемных источников формируются не только оборотные активы, но и часть внеоборотных. С одной стороны подобный подход к финансированию ООО «Оранж» оправдан спецификой его деятельности (оптовая и мелкооптовая торговля, когда основная часть средств находится в обороте), с другой стороны, при незначительном изменении внешних или внутренних факторов, например, условий договоров с контрагентами, несоблюдение ими сроков оплаты и т.п. может возникнуть угроза банкротства предприятия.

Обозначенная структура капитала плохо повлияла на финансовое положение предприятия, у ООО «Оранж» отсутствуют собственные оборотные средства даже часть внеоборотных активов финансируется за счет краткосрочных заемных источников. ООО «Оранж» является неликвидным, имеются нарушения ликвидности баланса.

К 2016 г. также произошло ухудшение результатов финансово-хозяйственной деятельности предприятия. Снизилась выручка, валовая прибыль, чистая прибыль. Ухудшились показатели рентабельности. Некоторые показатели деловой активности имели положительные тенденции, но связаны они были с сокращением финансово-хозяйственной деятельности предприятия. В целом можно заключить, что ООО «Оранж» находится в сложном экономическом положении, требуются мероприятия по повышению эффективности финансово-хозяйственной деятельности ООО «Оранж» и укреплению его финансового положения. Для этого можно реализовать следующие мероприятия:

- разработать и внедрить политику управления дебиторской задолженностью;
- снизить долю краткосрочных заемных средств;
- улучшить результативность работы предприятия.

Основная цель управления дебиторской задолженностью ООО «Оранж» - это обеспечение максимально быстрого конвертирования дебиторской задолженности в денежные средства. Основными задачами управления дебиторской задолженностью должны быть:

- определение и нормирование приемлемого уровня дебиторской задолженности;
- использование различных условий платежа для различных групп покупателей с позиций соблюдения ими платежной дисциплины и сроков сотрудничества;
- ускорение возврата существующих долгов и просроченной задолженности;
- систематическая оценка упущенной выгоды от неиспользования средств, замороженных в дебиторской задолженности.

В основе квалифицированного управления дебиторской задолженностью должны лежать решения по следующим направлениям: учет дебиторской задолженности на каждую отчетную дату, диагностика состояния и причин, по которым у ООО «Оранж» сложилось негативное положение с ликвидностью дебиторской задолженности, контроль за текущим состоянием дебиторской задолженности. При этом основной упор в работе с дебиторами

необходимо делать на мелкорозничные магазины, которые, зачастую, и задерживают оплату поставленных товаров. Ответственный сотрудник ООО «Оранж» должен постоянно проводить мониторинг задолженности, а все сотрудники, занятые сбытом должны вести переговоры с покупателями и обеспечивать своевременную оплату поставленного товара.

В политике по управлению дебиторской задолженностью ООО «Оранж» можно выделить два направления: первая – возможность получения дополнительной прибыли при изменении условий продажи, предлагаемых покупателю. Вторая - оптимизация величины и соотношения сроков погашения дебиторской и кредиторской задолженностей.

В рамках первого направления, ООО «Оранж» может обеспечить себе дополнительный экономический эффект за счет расширения объемов продаж и роста выручки. В настоящее время предприятие предоставляет всем своим клиентам максимально выгодные условия оплаты поставленной продукции, точнее сказать, отсрочку платежа:

- если срок годности поставленных товаров до 10 дней, то отсрочка платежа составляет 8 дней;
- если срок годности поставленных товаров до от 10 до 30 дней, то отсрочка платежа составляет 20 дней;
- если срок годности поставленных товаров свыше 30 дней, то отсрочка платежа составляет 40 дней.

Это максимальные сроки, установленные законом «Об основах государственного регулирования торговой деятельности в Российской Федерации. [1] Соблюдение этих условий продиктовано тем, что основные покупатели продукции ООО «Оранж» - это сетевые магазины, которые отказываются работать на других условиях. Но около 9% сбыта – это обычные мелкорозничные магазины. Однако им ООО «Оранж» предоставляет те же условия поставки и оплаты. При этом ООО «Оранж» не проводит ранжирование потребителей по степени надежности и срокам сотрудничества. Это является угрозой возникновения безнадежной задолженности и прямых убытков предприятию, так как в отличие от сетевых магазинов, мелкорозничные магазины (чаще всего индивидуальные предприниматели) могут оказаться неплатежеспособными и сорвать сроки оплаты. Поэтому предлагается пересмотреть условия сотрудничества с ними. Прежде всего, необходимо ранжировать всех клиентов ООО «Оранж» по следующим критериям:

- объем закупки;
- период сотрудничества.

Те предприятия, которые закупают продукцию в объеме менее чем 15 тыс.руб. должны получать минимальную отсрочку платежа (в зависимости от срока годности товара - 3 дня для скоропортящихся товаров, 8 дней – если срок годности товаров до одного месяца и 15 дней, если срок годности товаров больше одного месяца). Если же покупатель совершает закупку продукции на сумму от 15 тыс.руб. и больше, тогда указанные выше сроки увеличиваются на 2 дня (до 5, 10 и 17 дней соответственно). Это может стимулировать закупку продукции более крупными партиями, к тому же покупатели ООО «Оранж» могут пересмотреть условия сотрудничества с прочими своими поставщиками и сконцентрировать закупку овощей, фруктов, консервов только в ООО «Оранж». Также самые выгодные условия оплаты, независимо от объемов закупки, можно предлагать покупателям, которые являются постоянными клиентами ООО «Оранж» и сотрудничают с ним более года. Это позволит привлечь к долгосрочной работе магазины и обеспечить ООО «Оранж» стабильность сбыта. Кроме того, для повышения результативности работы предприятия необходимо увеличивать объем сбыта несетевым магазинам (более подробно рассмотрено ниже).

В рамках второго направления управления дебиторской задолженностью необходимо систематически проводить сравнительный анализ величины и сроков оборачиваемости дебиторской и кредиторской задолженностей. Это необходимо для сокращения финансового цик-

ла за счёт сокращения дебиторской задолженности, что может быть достигнуто при ускорении оборачиваемости дебиторской задолженности, которая будет обеспечена в том случае, если покупатели ООО «Оранж» будут платежеспособными и будут оплачивать полученную продукцию своевременно.

Эффект от реализации мероприятия по управлению дебиторской задолженностью будет выражаться в ускорении ее оборачиваемости и росте рентабельности активов.

Еще одним направлением улучшения финансового состояния ООО «Оранж» должно стать повышение его финансовой устойчивости. Поскольку предприятие работает уже более 3 лет с одним банком, предлагается перевести часть краткосрочных обязательств в долгосрочные. Для этого нужно провести переговоры с банком, в котором у предприятия взяты кредиты («Центр-инвест», г. Таганрог) и оформить дополнительное соглашение или новый договор, составить новый график погашения кредитов. Предлагается использовать предложение «Инвестиционный кредит» (на развитие бизнеса), сроком до трех лет и процентной ставкой от 13% годовых. Перевод 5% краткосрочных кредитов и займов в долгосрочные (20,85 тыс.руб.) будет способствовать росту коэффициента абсолютной ликвидности на 0,13, коэффициента быстрой ликвидности на 0,05 и коэффициента текущей ликвидности на 0,06.

Важным направлением оптимизации финансово-хозяйственной деятельности ООО «Оранж» должны стать мероприятия, направленные на улучшение финансовых результатов работы предприятия. К таким мероприятиям следует отнести расширение объемов сбыта несетевым магазинам и увеличение объемов деятельности. Для этого необходимо активизировать работу с мелкорозничными магазинами города. Это должно быть сделано непосредственно директором путем личных визитов в магазины и проведения переговоров с их владельцами. Необходимо рассказывать о выгодах сотрудничества с ООО «Оранж» и привлекать новые магазины к установлению долгосрочных хозяйственных связей.

В развитии сбытовой деятельности ООО «Оранж» необходимо сделать ставку именно на «живое общение» с возможными клиентами, потому что это очень важный элемент маркетинга. В нем отражается двусторонний характер взаимодействия покупателя и продавца, что позволяет получить более точную информацию о запросах и потребностях потенциальных покупателей, особенностях их коммерческой деятельности, потенциале сотрудничества возможных объемах сбыта и пр. В процессе общения с представителями мелкорозничных магазинов можно увидеть их реакцию на предложения ООО «Оранж», понять их ожидания от сотрудничества. Важным конкурентным преимуществом ООО «Оранж» при работе с несетевыми магазинами может стать то, что предприятие четко и точно соблюдает строгие договорные условия сотрудничества. Это связано с существующими высокими стандартами работы ООО «Оранж», продиктованными требованиями торговых сетей.

Таким образом, глубокий и систематический анализ финансово-хозяйственной деятельности предприятия позволяет разработать простые и результативные меры повышения эффективности его работы, укрепления рыночного положения и повышения конкурентоспособности.

#### **Литература:**

1. Федеральный закон от 28.12.2009 N 381-ФЗ (ред. от 03.07.2016) "Об основах государственного регулирования торговой деятельности в Российской Федерации" (с изм. и доп., вступ. в силу с 15.07.2016)

2. Савицкая, Г. В. Комплексный анализ хозяйственной деятельности предприятия: Учебник/Савицкая Г. В., 7-е изд., перераб. и доп. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 608 с

3. Стражев, В.И. Теория анализа хозяйственной деятельности [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.И. Стражев. – 2-е изд., испр. – Минск: Вышэйшая школа, 2014. – 143 с.

УДК 53-043, 535-016, 535-39

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НОВЫХ ПЛАЗМОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В ДВУМЕРНО-ПЕРИОДИЧЕСКИХ СТРУКТУРАХ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТА ПОГЛОЩЕНИЯ

Головачева Елена Валерьевна, Иванова Ирина Николаевна,  
Лерер Александр Михайлович  
Южный федеральный университет, физический факультет,  
г. Ростов-на-Дону, Россия

**Аннотация:** Проведено исследование двумерных периодических решеток из плазмонных полосок на подложках, которые содержат диэлектрические и плазмонные слои. Методом Галеркина решено векторное интегро-дифференциальное уравнение дифракции на трехмерных диэлектрических телах. На основе полученного решения разработана электродинамическая модель и проведены численные расчеты задачи. Исследования показали, что на частотах резонанса поверхностного плазмон-поляритона в широком диапазоне частот эти структуры являются поглотителями почти 100% падающей на них энергии. Кроме того, использование неметаллических плазмонных материалов позволяет получить поглотитель ИК диапазона в широком диапазоне длин волн.

**Ключевые слова:** двумерные периодические решетки, плазмонные слои, поверхностный плазмон-поляритон, плазмонные материалы, поглощение.

## THE USE OF NEW PLASMONIC MATERIALS IN TWO-DIMENSIONAL PERI- ODIC STRUCTURES TO STUDY THE EFFECT OF THE ABSORPTION

Golovacheva Elena Valeryevna, Ivanova Irina Nikolaevna,  
Lehrer Alexander Mikhailovich  
Southern Federal University, faculty of physics,  
Rostov-on-don, Russia

**Abstract:** A study of two-dimensional periodic lattices of plasmon strips on substrates containing dielectric and plasmon layers was carried out. Vector integro-differential diffraction equation on three-dimensional dielectric bodies is solved by Galerkin method. On the basis of the obtained solution, an electrodynamic model is developed and numerical calculations of the problem are carried out. Studies have shown that at the resonance frequencies of the surface plasmon-polariton in a wide frequency range, these structures absorb almost 100% of the energy incident on them. In addition, the use of non-metallic plasmon materials allows to obtain a IR absorber in a wide range of wavelengths.

**Keywords:** two-dimensional periodic lattices, plasmon layers, surface plasmon-polariton, plasmon materials, absorption.

### Введение

Исследование современной терагерцовой (ТГц) электроники, разработка компактных, перестраиваемых и когерентных источников и детекторов, работающих в режиме ТГц, является одной из самых актуальных проблем [1]. Разработки в этой области могут привести к созданию интегрированных нанопотонных устройств с более выраженными функциональными возможностями с точки зрения манипуляции светом и управлением. Исследования показали, что аномальные провалы в спектрах отражения решеток из металла можно наблюдать при освещении источником белого света. Для создания поглощающих устройств в оптическом диапазоне длин волн используют металлические решетки с периодичностью порядка падающей длины волны из массивов металлических элементов [2]. Поглощение света происходит за счет возбуждения поверхностных плазмон-поляритонов (ППП). Они пред-

ставляют собой коллективные колебания частиц (свободных электронов) на границе раздела металла и диэлектрика [3]. Для появления резонансного поглощения на некоторых длинах волн необходимо получить определенные условия: создать металло-диэлектрическую при рассчитанной геометрии. Для создания поглотителей электромагнитных волн (ЭМ) используют разные типы конфигураций, например: решетки отверстий [4], пластинчатые решетки [5], выпуклые канавки [6], сферические пустоты [7].

Для определенных устройств потери поглощения выгодно, при этом создание идеального поглотителя может быть получено путем моделирования геометрии металло-диэлектрических элементов [8]. ЭМ поглотителя получили в последнее время развитие в другую частотную область и могут поглощать падающее излучение с почти единичными коэффициентами поглощения [9]. Материалы в оптическом диапазоне частот полученные из металлических субволновых структур называют плазмонными метаматериалами. Они имеют важное значение при возбуждении локализованных мод ПП в процессе поглощения света [10]. Используя передовые технологии нанопроизводства ЭМ поглотители на основе метаматериалов экспериментально возможны с повышенной миниатюризацией, повышенной адаптивностью и эффективностью.

ЭМ поглотители, основанные на металлических структурах, имеют определенные преимущества по сравнению с их традиционными двойниками. На различных диапазонах изменения частот, они имеют различные потенциальные применения. Как известно, поглощающие устройства являются важнейшими компонентами в системах сбора солнечной энергии, которые были исследованы за последние полвека. Были разработаны разные типы покрытий для поглощения солнечной энергии, в том числе искробезопасные, многослойные поглотители, текстурированные низкочастотные полупроводники, металлодиэлектрические композитные покрытия и др. [11]. Сегодня устройства для сбора солнечной энергии, встроенные в металлические наноструктуры, являются перспективными кандидатами на сбор энергии с улучшенной эффективностью, более широким солнечным спектром и меньшим расходом материалов и имеют широкий интерес [12].

Однако в современных конструкциях микроволновых поглотителей поглотители на основе метаматериалов без резистивных листов имеют такие же или лучшие характеристики, как и у резистивных листов [13]. Согласно закону Кирхгофа, идеальный излучатель эквивалентен идеальному поглотителю. Таким образом, селективные термальные излучатели можно конструировать на точно таком же принципе как и селективные поглотители на ультракрасных частотах. Как правило, для селективного составления используются полупроводниковые тонкие пленки [14], полупроводниковые решетки [15] и вольфрамовые фотонные кристаллы [16] тепловые излучатели.

Полное поглощение входящего излучения повышает КПД фототермических и фотоэлектрических устройств. Оно также полезно для скрытия объектов от радиолокационного обнаружения или инфракрасных детекторов [17]. Кроме того, в интегральной оптоэлектронике, одним из важных вопросов является предотвращение помех между оптическими соединениями, которые могут быть решены с помощью таких устройств метаматериалов [17]. Метаматериалы из металлодиэлектрических структур в последнее время проявляют интересные свойства в контексте широкополосного поглощения [18-23]. Например, для эффективного поглощения света в видимом спектре используется стек слоев металла (Au) и нанокompозита (Au/SiO<sub>2</sub>) [18, 19]. Показано, что двухслойные металлические наноструктуры, окруженные диэлектрической средой, имеют узкие резонансные пики в спектре поглощения [20]. Недавно были предложены пилообразные анизотропные метаматериалы для широкополосного поглощения в инфракрасном [21], микроволновом [22] или видимом диапазонах с угловыми селективными теплоэмиссионными свойствами [23].

Чаще всего материалом для изготовления поглощающих слоев являются благородные металлы (серебро, золото, медь). В настоящее время для применения наноструктурах ближ-

него ИК диапазона [24] используются новые плазмонные материалы – [25] (GZO, AZO, TiN, HfN и ZrN).

Цель работы - исследование новых плазмонных материалов и эффекта поглощения двумерно-периодических структур. А также показать, что использование новых плазмонных материалов позволяет получить поглощение в широком диапазоне длин волн и упростить конструкцию.

В расчетах было учтена дисперсия диэлектрической проницаемости ZnO и плазмонных материалов.

#### **Математически модели**

В настоящей работе теоретически исследованы 2D периодические решетки, периоды которых по осям  $x$ ,  $y$  -  $d_x$ ,  $d_y$ . Решетка содержит подложку с показателем преломления  $n_s=1.77$ , далее расположен слой из плазмонного материала толщиной  $h_3$ . Затем слой ZnO, толщиной  $h_2$  и сверху расположены тонкие прямоугольные или эллиптические плазмонные пленки, образующие 2D периодическую решетку, их диэлектрическая проницаемость  $n_1$ , толщиной  $h_1$  сверху воздух.

За основу исследования было взято решение задачи дифракции ЭМВ на двумерно периодических решетках из металла и диэлектрика. При этом в оптическом диапазоне учитывалась конечная диэлектрическая проницаемость плазмонных материалов [26].

Периодические неоднородности в поперечном сечении представляли собой либо однослойные либо многослойные эллипсы [11]. Количество неоднородностей в элементарной ячейке решетки не ограничено.

Для неоднородностей диэлектрическая проницаемость зависит от координат. Решение задачи основано на решении векторного объемного интегро-дифференциального уравнения (ОИДУ) дифракции на трехмерных диэлектрических телах методом Галеркина с базисом в виде сплайнов первого порядка и функции Бесселя для эллиптического сечения неоднородностей. Если неоднородности прямоугольные используются в качестве базиса полиномы Лежандра и Гегенбауэра [27]. После решения уравнения находим компоненты вектора напряженности электрического поля  $E$  внутри неоднородностей, образующих дифракционную решетку.

Разработанный комплекс программ позволяет рассчитывать характеристики периодических многоэлементных решеток при произвольном числе слоев с произвольным размещением периодических неоднородностей. Для него была создана, основанная на опубликованных данных [28], база материалов для описания оптических характеристик плазмонных материалов.

#### **РЕЗУЛЬТАТЫ**

Резонансная частота зависит от геометрии, материала наночастицы и показателя преломления окружающего наночастицу диэлектрика  $n_s$ . Так для сферических частиц резонанс наблюдается при  $Re\epsilon_{Au} = -2n_s^2$ . Для планарной наночастицы на подложке трудно рассчитать значение резонансной частоты, но условие резонанса выполняется. Поэтому наблюдаемый коротковолновый резонанс можно понимать как возбуждение локализованного плазмона.

ИК резонанс — это резонанс ППП. Резонансная длина волны увеличивается с увеличением размера пленок. На положение резонансной кривой влияет толщина слоя ZnO -  $h_2$ . Можно найти величины  $h_2$ , при которых наблюдается максимум потерь. Из рис.1 видно, что существует оптимальная толщина слоя ZnO, в которой достигается максимум поглощения.

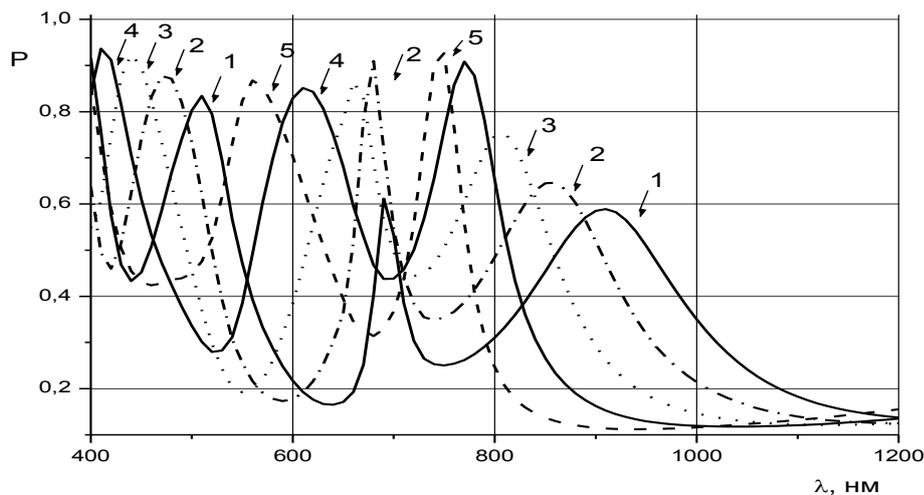


Рис.1. Коэффициент поглощения в двумерной решётке с золотыми слоями при различной толщине  $h_2$  слоя ZnO:  $h_2 = 300; 275; 250; 225; 200$  нм. Толщина плёнок  $h_1 = 20$  нм, толщина поглощающего золотого слоя  $h_3 = 50$  нм, периоды  $dx = dy = 150$  нм.

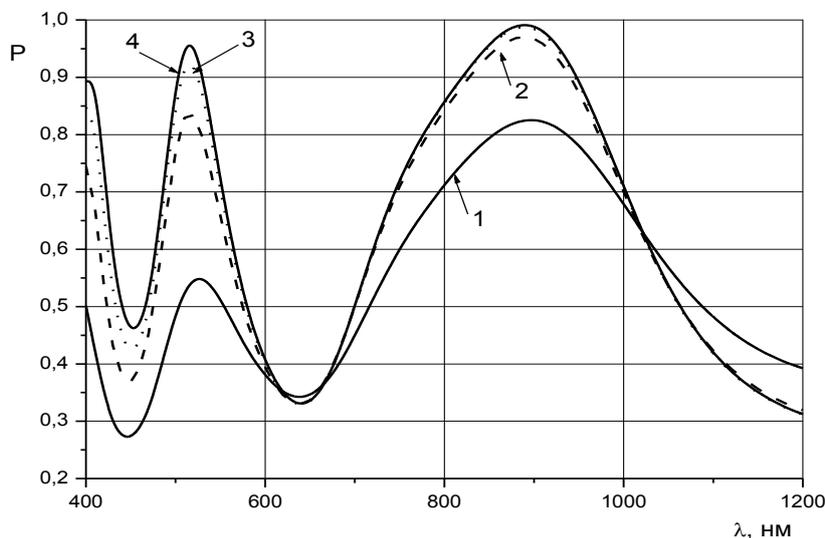


Рис.2. Зависимость коэффициента поглощения от длины волны при изменении толщины плазмонной плёнки (кривые 1–4 соответствуют значениям  $h_3 = 20; 50; 75$  и  $100$  нм). Размеры решётки  $dx = dy = 150$  нм, слой ZnO имеет толщину 300 нм. Неоднородности представляют собой прямоугольники с размерами  $75 \times 75 \times 20$  нм. Материал плазмонного слоя и неоднородностей HfN

Видно, что с увеличением толщины слоя HfN, коэффициент поглощения стремится к единице, т.е. почти полное поглощение.

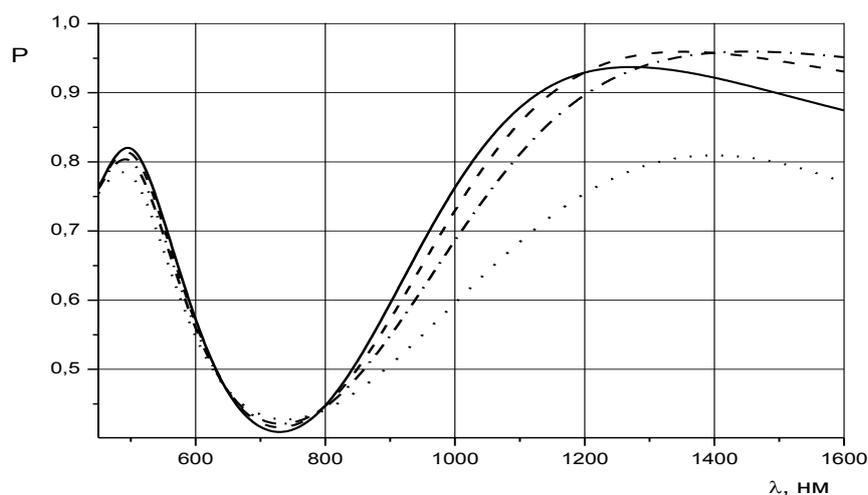


Рис.3. Коэффициент поглощения в двумерной решётке со слоями в виде круглых плёнок TiN с толщиной  $h_3 = 20$  нм. Толщина поглощающего плазмонного слоя  $h_3 = 75$  нм, толщина слоя ZnO  $h_2 = 150$  нм. Кривые на рисунке соответствуют  $dx = dy = 400$  нм и радиусу плёнок  $R = 150$  нм. Поглощающий плазмонный слой TiN.

Решётка с TiN-слоями, в отличие от рассмотренных выше решёток, широкополосная (см. рис. 3). Диапазон длин волн, в котором коэффициент потерь  $P > 0,8$ , превышает 900 нм.

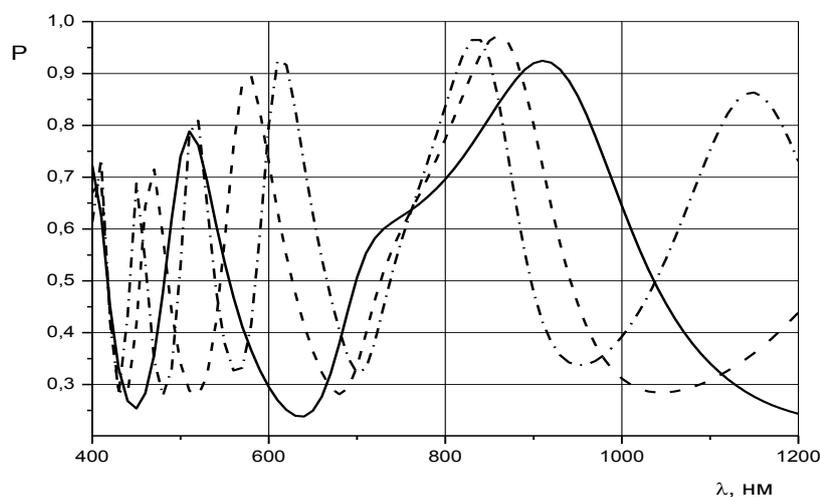


Рис.4. Коэффициент поглощения в двумерной решётке с ZrN-слоями при разных толщинах  $h_2$  слоя ZnO: 300 нм, 500 нм, 700 нм;  $h_3 = 47$  нм. Плёнки квадратные с толщиной 20 нм и стороной 75 нм;  $dx = dy = 150$  нм

В дифракционных решётках с плёнками и плазмонным слоем из ZrN плазмонный резонанс наблюдается только в инфракрасном диапазоне. На положение резонанса и величину поглощения в первую очередь влияют размеры полосок и толщина  $h_2$  слоя ZnO между плазмонным слоем и плазмонными плёнками (см. рис. 4).

## Выводы

Полученные результаты на основе математического моделирования позволяют сделать вывод, что планарная 2D решетка из плазмонных полосок на подложке, содержащей плазмонные и диэлектрические слои, является эффективным поглотителем в оптическом диапазоне частот, поглощающем почти 100% падающей на нее энергии при резонансе поверхностного плазмон-поляритона. Использование решетки с TiN-слоями позволяет получить широкополосное поглощение. В дифракционных решетках с пленками и плазмонным слоем из ZrN плазмонный резонанс наблюдается только в инфракрасном диапазоне. На положение резонанса и величину поглощения в первую очередь влияют размеры полосок и толщина слоя ZnO между плазмонным слоем и пленками.

## Литература:

1. M. Tonouchi, "Cutting-edge terahertz technology," *Nature Photon.*, vol. 1, pp. 97–105, 2007.
2. R. H. Ritchie, E. T. Arakawa, J. J. Cowan, and R. N. Hamm, *Phys. Rev. Lett.* 21, 1530-1533 (1968).
3. J. A. Schuller, E. S. Barnard, W. Cai, Y. C. Jun, J. S. White, and M. I. Brongersma, *Nat. Mater.* 9, 193-204 (2010).
4. C. Hu, L. Liu, Z. Zhao, X. Chen, and X. Luo, *Opt. Express* 17, 16745-16749 (2009).
5. T. López-Ríos, D. Mendoza, F. J. García-Vidal, J. Sánchez-Dehesa, and B. Pannetier, *Phys. Rev. Lett.* 81, 665 (1998).
6. T. Søndergaard, S. M. Novikov, T. Holmgaard, R. L. Eriksen, J. Beermann, Z. Han, K. Pedersen, and S. I. Bozhevolnyi, *Nat. Commun.* 3, 969 (2012).
7. M. Wang, C. Hu, M. Pu, C. Huang, Z. Zhao, Q. Feng, and X. Luo, *Opt. Express* 19, 20642-20649 (2011).
8. C. M. Watts, X. Liu, and W. J. Padilla, *Adv. Mater.* 24, OP98-OP120 (2012).
9. Y. Cui, K. H. Fung, J. Xu, H. Ma, Y. Jin, S. He, and N. X. Fang, *Nano Lett.* 12, 1443-1447 (2012).
10. J. Hao, J. Wang, X. Liu, W. J. Padilla, L. Zhou, and M. Qiu, *Appl. Phys. Lett.* 96, 251104 (2010).
11. Y. X. Yeng, M. Ghebregbrhan, P. Bermel, W. R. Chan, J. D. Joannopoulos, M. Soljacic, and I. Celanovic, *PNAS* 109, 2280-2285 (2012).
12. L. Yang, L. Mo, Y. Okuno, and S. He, *Prog. Photovolt: Res. Appl.* 21, 1077-1086 (2013).
13. N. I. Landy, S. Sajuyigbe, J. J. Mock, D. R. Smith, and W. J. Padilla, *Phys. Rev. Lett.* 100, 207402 (2008).
14. E. A. Vinogradov, G. N. Zhizhin, A. G. Mal'shukov, and V. I. Yudson, *Solid State Commun.* 23, 915-921 (1977).
15. J.-J. Greffet, R. Carminati, K. Joulain, J.-P. Mulet, S. Mainguy, and Y. Chen, *Nature* 416, 61-64 (2002).
16. S. Y. Lin, J. Moreno, and J. G. Fleming, *Appl. Phys. Lett.* 83, 380-382 (2003).
17. N.I. Landy, S. Sajuyigbe, J.J. Mock, D.R. Smith and W.J. Padilla, "Perfect Metamaterial Absorber", *PRL* 100, 207402(2008).
18. O. Hayden, R. Agarwal and C.M. Lieber, "Nanoscale avalanche photodiodes for highly sensitive and spatially resolved photon detection", *Nature Mater.* 5, 352 (2006).
19. M. K. Hedayati & al., "Design of a perfect black absorber at visible frequencies using plasmonic metamaterials", *Advance Materials* 23,5410 (2011).
20. M. K. Hedayati, F. Faupel and M. Elbahri, "Tunable broadband plasmonic perfect absorber at visible frequency", *Applied. Physics A* 109 (4), 769-773 (2012).
21. Y. Cui, K.H. Fung, J. Xu, S. He and N.X. Fang, "Multiband plasmonic absorber based on transverse phase resonances", *Optics Express* 20 (16), 17552-17559 (2012).

22. Y. Cui, K.H. Fung, J. Xu, H. Ma, Y. Jin S. He and N.X. Fang, "Ultrabroadband light absorption by a sawtooth anisotropic metamaterial slab", Nano Letters 12, 1443 (2012).
23. F. Ding, Y. Cui, X. Ge, Y. Jin and S. He, "Ultra-broadband microwave metamaterial absorber", Applied Physics Letters 100 (2012).
24. C. Argyropoulos, K.Q. Le, N. Mattiucci, G. D'Aguanno and A. Alu, "Broadband absorbers and selective emitters based on plasmonic Brewster metasurfaces", Physical Review B 87, 205112 (2013).
25. Jia-Yu Lin, Kun-Da Zhong, and Po-Tsung Lee. // Optics Express. 2016. V. 24, N. 5. P. 5125.
26. Rakic A.D., Djurisic A.B., Elazar J.M., Majewski M.L. // Appl. Opt. 1998. V. 37. PP. 5271-5283.
27. Лереп А.М. // Радиотехника и электроника. 2012. Т. 57. №11. С.1160.
28. Boisset G. "Luxpop: index of refraction, thin film, optical simulation and ray tracing" <http://www.luxpop.com>, 2019.

УДК 372.881.1

**РАЗВИТИЕ ИНОЯЗЫЧНОЙ ДИСКУРСИВНОЙ КОМПЕТЕНЦИИ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОМ СТАНОВЛЕНИИ СТУДЕНТОВ НЕЯЗЫКОВЫХ ВУЗОВ**

**Узенцова Елена Александровна, Юрочкин Никита Сергеевич**

Технологический институт (филиал) ДГТУ в г. Азове,  
г. Азов, Россия

**Аннотация**

*Статья посвящена рассмотрению особенностей развития дискурсивной компетенции в процессе профессионального становления и развития студентов неязыковых вузов. Авторами обосновывается актуальность развития дискурсивной компетенции как составляющей коммуникативной компетенции. В статье рассматривается понятие дискурса как основополагающее для уточнения содержательной и структурной сторон иноязычной дискурсивной компетенции, а также приводятся некоторые рекомендации по организации ее развития в рамках обучения иноязычному профессиональному общению студентов неязыковых вузов.*

**Ключевые слова:** коммуникативная компетенция, дискурсивная компетенция, дискурс, иноязычное общение.

**DEVELOPMENT OF FOREIGN LANGUAGE DISCOURSE COMPETENCE IN THE PROFESSIONAL DEVELOPMENT OF STUDENTS OF NON-LANGUAGE UNIVERSITIES**

**Uzentsova Elena Aleksandrovna, Yurochkin Nikita Sergeyevich**

Technological Institute (branch) DSTU in the city of Azov  
Azov, Russia

**Abstract**

*The article is devoted to the consideration of the peculiarities of the development of discursive competence in the process of professional formation and development of students of non-linguistic universities. The authors substantiate the relevance of the development of discursive competence as a component of communicative competence. The article discusses the concept of discourse as fundamental for clarifying the substantive and structural aspects of foreign language discursive competence, and also provides some recommendations on the organization of its develop-*

*ment in the framework of teaching foreign language professional communication to students of non-linguistic universities.*

**Keywords:** *communicative competence, discursive competence, discourse, foreign language communication.*

Современная система высшего образования берет на себя ответственность за подготовку высококвалифицированных кадров, способных полноценно отвечать требованиям глобализации. Рост международных социально-экономических, политических, образовательных и культурных связей, расширение иностранного производства и бизнеса в России, безусловно, в определенной мере расширяет возможности трудоустройства для выпускников российских вузов. В связи с этим ценность владения набором общекультурных и профессиональных компетенций, сопряженного с умением использовать их в условиях межкультурного взаимодействия, приобретает особую актуальность для современных выпускников. Как следствие, одной из ключевых задач образовательных учреждений становится качественная организация всесторонней подготовки и профессионального развития обучающихся.

Профессиональное становление студентов есть неотъемлемая часть их подготовки к трудовой деятельности. Профессиональное становление и развитие представляет собой сложный процесс, ориентированный на приобретение студентами определенных общекультурных и профессиональных компетенций, профессионально значимых личностных качеств и способностей [1]. Профессиональные компетенции ориентированы на конкретную профессиональную сферу. В отличие от них, общекультурные компетенции несут потенциал универсального их применения и отражают способности выпускника успешно адаптироваться в социуме и мировом культурном пространстве. Общекультурные компетенции, как правило, нацелены на развитие у студентов коммуникативных способностей, навыков аналитического и критического мышления, аргументации, поиска и изучения различных источников информации, умения работать в команде и др. Очевидно, что данные компетенции удовлетворяют весомой части требований, предъявляемых к выпускникам на рынке труда.

Как уже было отмечено, формирование коммуникативной компетенции относится к числу актуальных и необходимых для всех направлений и специальностей подготовки, независимо от специфики будущей профессиональной деятельности. Многочисленные исследования, посвященные рассмотрению коммуникативной компетенции, раскрывают ее сущность, структуру, способы формирования и развития на разных этапах обучения [2]. В аспекте компонентов коммуникативной компетенции особый интерес представляет позиция В.В. Сафоновой, дифференцирующей в составе коммуникативной компетенции такие составляющие как языковая, речевая и социокультурная [3]. По мнению исследователя, каждый из этих компонентов включает более конкретные элементы. Так, языковая компетенция включает грамматическую и лингвистическую, речевая – прагматическую, стратегическую и дискурсивную, а социокультурная – социолингвистическую и лингвострановедческую. Остановимся подробнее на рассмотрении дискурсивной компетенции применительно к иноязычному общению.

Изучение сущности дискурсивной компетенции целесообразно начинать с рассмотрения понятия дискурса. Стоит отметить, что в силу своей междисциплинарности данный термин обладает сложным и неоднозначным толкованием в трудах отечественных и зарубежных ученых. В словаре лингвистических терминов полисемичность данного термина отражается в толковании его как связной устной и письменной речи, конкретного коммуникативного события, текста в неразрывной связи с ситуативным контекстом, совокупности текстов, объединенных коммуникативной и функционально-стилевой общностью и др. [4] В общем понимании дискурс видится нам как создание определенного текста в устной или письменной форме с учетом ряда экстралингвистических факторов, к числу которых можно отнести общие знания участников коммуникации о мире, их собственные установки, цели, интенции и др. Прагмалингвисты акцентируют внимание на интерактивности дискурса, воз-

действии, которое оказывают участники взаимонаправленно в процессе коммуникации. Социолингвисты рассматривают дискурс в аспекте изучения участников общения как представителей определенных социальных групп и социокультурные обстоятельства коммуникации. Для психолингвистики дискурс представляет интерес порождение речи и ее интерпретации в аспекте перехода от внутреннего кода к внешней вербализации с учетом психологических особенностей коммуникантов.

Дискуссионный характер понятия дискурса раскрывает целый ряд сторон для изучения в контексте формирования дискурсивной компетенции. В нашем исследовании рассматривается специфика ее формирования в рамках обучения профессиональному иноязычному общению студентов неязыковых вузов. Принимая во внимание понятие дискурса, стоит подчеркнуть, что дискурсивная иноязычная компетенция предполагает эффективное построение устной и письменной речи на иностранном языке с учетом экстралингвистических факторов и социокультурных особенностей коммуникативной ситуации применительно к межкультурному общению. Для успешного формирования дискурсивной компетенции важно представлять ее структурную организацию и выстраивать работу в соответствии с ее компонентами. А.Г.Горбунов, характеризуя структуру дискурсивной компетенции, выделяет следующие ее составляющие[5]:

- 1) системный компонент, который предполагает представление о системном характере языка и аналогичных характеристиках дискурса;
- 2) лингвистический компонент, опирающийся на знание о системном характере языка и подразумевающий умение корректно и эффективно пользоваться в коммуникации лексикой, грамматикой и синтаксисом;
- 3) жанровый компонент, концентрирующий внимание на умении выстраивать дискурс в соответствии с жанровым своеобразием речи;
- 4) социокультурный компонент, охватывающий знания и умения коммуникантов выстраивать речевое взаимодействие с учетом норм поведения участников;
- 5) формальный компонент, отражающий умение коммуниканта распознавать иерархичность коммуникативной среды и определить свое место в коммуникативной ситуации в соответствии с целями, задачами и интересами;
- 6) стратегический, тактический и прагматический компоненты, объединенные в одну группу в силу тесной взаимосвязи и взаимообусловленности и предполагающие умение коммуниканта, основываясь на собственных интенциях, планировать, выстраивать коммуникацию, используя наиболее оптимальные для этого средства, приемы, методы.

Многокомпонентная природа дискурсивной компетенции манифестирует сложность и постепенность ее формирования и развития в рамках иноязычного общения. Очевидно, что формирование данной компетенции начинается на ранних этапах освоения иностранного языка в период школьного обучения. На данном этапе обучающиеся осваивают основы письменного и устного дискурса, овладевают навыками создания и восприятия устных и письменных речевых произведений с учетом экстралингвистических факторов, знакомятся с различными жанрами речи и их особенностями.

Обучение иноязычному общению в вузе является логическим продолжением школьного образования, следовательно, оно подразумевает возможность применения иностранного языка в социально-бытовой сфере. Однако ориентированность на профессиональное становление и развитие студентов в вузе обуславливает актуальность использования навыков иноязычного общения в профессиональной сфере, что, соответственно, расширяет рамки формирования дискурсивной компетенции применительно к будущей профессии.

Опираясь на разработки современной педагогики и методики, а также собственный опыт, следует обратить внимание на некоторые особенности развития иноязычной дискурсивной компетенции студентов неязыковых вузов:

- для овладения лингвистическим компонентом дискурсивной компетенции необходимо уделить внимание углублению знаний студентов в разделах профессиональной лексики и терминологии, особенностях грамматики и синтаксиса научного и официально-делового стилей, поскольку именно данные разделы представляют особый интерес для профессиональной межкультурной коммуникации;

- развитие жанрового компонента дискурсивной компетенции также следует ориентировать на практическое применение в профессии. Жанры устного дискурса (монолог, диалог, полилог) развиваются в результате проигрывания соответствующих речевых ситуаций делового межкультурного общения, а также использования интерактивных методов обучения (в частности, деловых игр)[6]. Письменный профессионально ориентированный иноязычный дискурс формируется посредством обучения навыкам оформления деловой корреспонденции, аннотирования и реферирования научных текстов[7].

- социокультурный компонент развивается в ходе ознакомления студентов с лингвокультурологическими и этнокультурными особенностями делового общения в странах изучаемого языка. При этом, значимой, на наш взгляд, является аудиовизуальная демонстрация таких особенностей в виде прослушивания аутентичных источников устной коммуникации, просмотров видеозаписей с последующим анализом лингвистических и экстралингвистических особенностей поведения коммуникантов.

#### **Литература:**

1. Коджаспирова Г. М., Коджаспиров А. Ю. Педагогический словарь. М.: Академия, 2005. 176 с.

2. Узенцова Е.А., Зеленина А.В. К вопросу о развитии коммуникативной культуры как составляющей профессионального самосовершенствования студентов//Современные тенденции развития и перспективы внедрения инновационных технологий в машиностроении, образовании и экономике. 2016. Т. 2. № 1. С. 150-154.

3. Сафонова В. В. Изучение языков международного общения в контексте диалога культур и цивилизаций. Воронеж: Истоки, 1996. 237 с.

4. Жеребило Т.В. Словарь лингвистических терминов. 5-е изд., испр. и доп. — Назрань: Пилигрим, 2010. — 486 с.

5. Горбунов А. Г. Дискурсивная иноязычная компетенция: онтологический подход // Вестник ТГПУ. 2014. №6 С. 167-171.

6. Узенцова Е.А., Солдатов А.С. Психолого-педагогические аспекты организации интерактивного обучения на занятиях по иностранному языку в вузе// Юридическая наука в XXI веке: Сборник научных статей по итогам работы второго международного круглого стола. 2018. С. 248-251

7. Николаева Е. А. Формирование иноязычной письменной дискурсивной компетенции у студентов неязыковых вузов // Известия РГПУ им. А.И. Герцена. 2007. №40. С. 473-476.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Научное издание

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ  
И ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
В МАШИНОСТРОЕНИИ, ОБРАЗОВАНИИ И ЭКОНОМИКЕ

VI Международная научно-практическая конференция  
(Азов, 13-14 мая 2019 г.)

Материалы и доклады

Корректурa и редактирование авторов  
Расположение статей в порядке поступления в редакцию  
Ответственный за выпуск: Дроздов Никита Алексеевич  
ISBN 978-0-4631873-7-1

Подписано в печать 20.08.2019.  
Гарнитура «Таймс». Формат 60\*84/8.  
Печать цифровая. Бумага офсетная.  
Объем 24 уч.-изд.л. Объем: 48 усл. п.л.  
Тираж 50 экз. Заказ № 201.

Азов, 2019