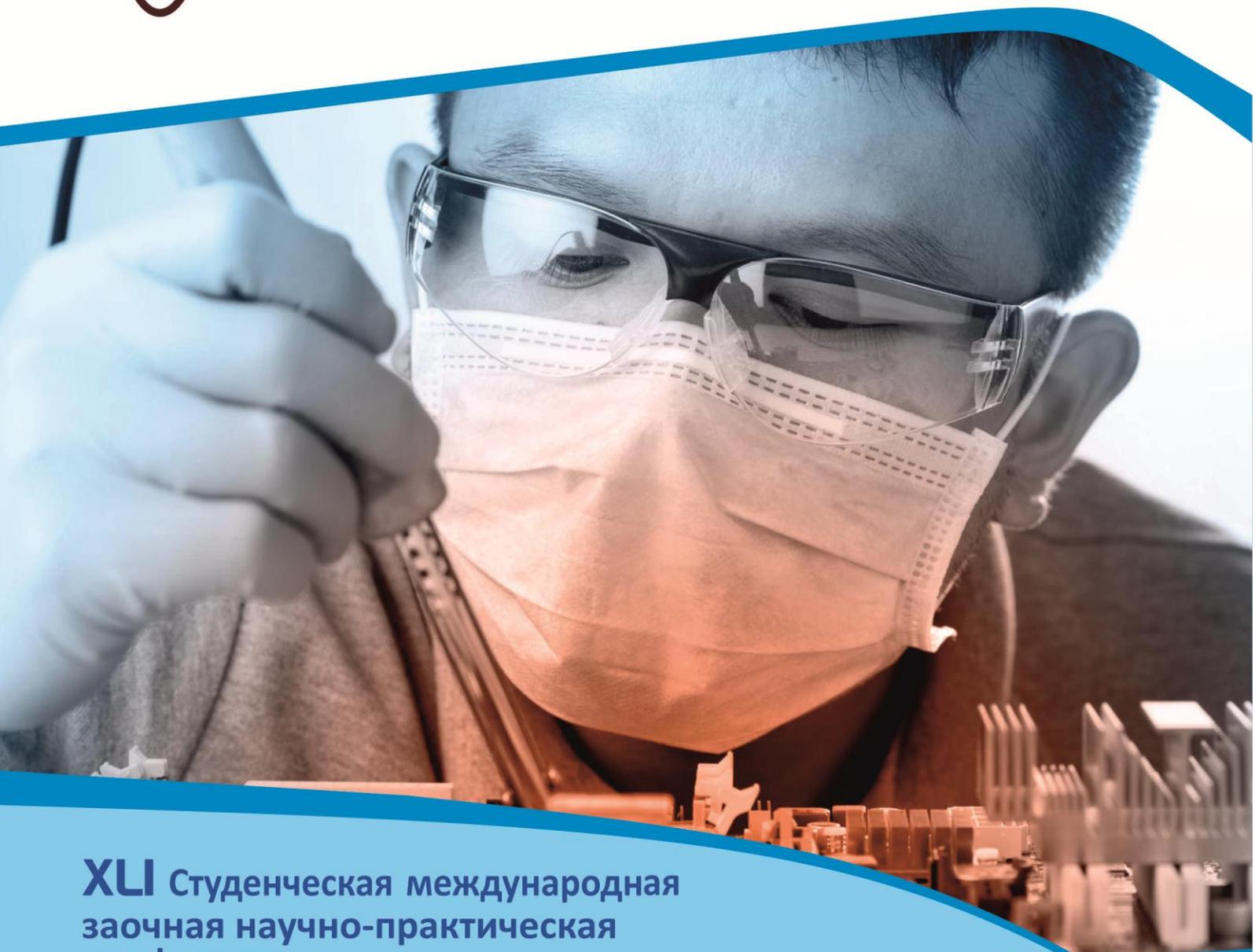


**НАУЧНЫЙ  
ФОРУМ**  
nauchforum.ru

ISSN 2310-0370

СБОРНИК ВКЛЮЧЕН  
В НАУКО-  
МЕТРИЧЕСКУЮ БАЗУ

**РИНЦ**



**XLI** Студенческая международная  
заочная научно-практическая  
конференция

**МОЛОДЕЖНЫЙ НАУЧНЫЙ ФОРУМ:  
ТЕХНИЧЕСКИЕ И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ  
№ 1(41)**

г. МОСКВА, 2017



# МОЛОДЕЖНЫЙ НАУЧНЫЙ ФОРУМ: ТЕХНИЧЕСКИЕ И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

*Электронный сборник статей по материалам XLI студенческой  
международной заочной научно-практической конференции*

№ 1 (41)  
Январь 2017 г.

Издается с марта 2013 года

Москва  
2017

УДК 62+51  
ББК 30+22.1  
М75

Председатель редколлегии:

**Лебедева Надежда Анатольевна** – доктор философии в области культурологии, профессор философии Международной кадровой академии, г. Киев, член Евразийской Академии Телевидения и Радио.

Редакционная коллегия:

**Волков Владимир Петрович** – канд. мед. наук, рецензент АНС «СибАК»;

**Елисеев Дмитрий Викторович** – канд. техн. наук, доцент, бизнес-консультант Академии менеджмента и рынка, ведущий консультант по стратегии и бизнес-процессам, «Консалтинговая фирма «Партнеры и Боровков»;

**Захаров Роман Иванович** – кандидат медицинских наук, врач психотерапевт высшей категории, кафедра психотерапии и сексологии Российской медицинской академии последиplomного образования (РМАПО) г. Москва;

**Зеленская Татьяна Евгеньевна** – кандидат физико-математических наук, доцент, кафедра высшей математики в Югорском государственном университете;

**Карпенко Татьяна Михайловна** – канд. филос. наук, рецензент АНС «СибАК»;

**Копылов Алексей Филиппович** – канд. тех. наук, доц. кафедры Радиотехники Института инженерной физики и радиоэлектроники Сибирского федерального университета, г. Красноярск;

**Костылева Светлана Юрьевна** – канд. экон. наук, канд. филол. наук, доц. Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ (РАНХиГС), г. Москва;

**Попова Наталья Николаевна** – кандидат психологических наук, доцент кафедры коррекционной педагогики и психологии института детства НГПУ;

**Яковичина Татьяна Федоровна** – канд. с.-х. наук, доц., заместитель заведующего кафедрой экологии и охраны окружающей среды Приднепровской государственной академии строительства и архитектуры, член Всеукраинской экологической Лиги.

## **М75 Молодежный научный форум: Технические и математические науки.**

Электронный сборник статей по материалам XLI студенческой международной заочной научно-практической конференции. – Москва: Изд. «МЦНО». – 2017. – № 1 (41) / [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: [http://www.nauchforum.ru/archive/MNF\\_tech/1\(41\).pdf](http://www.nauchforum.ru/archive/MNF_tech/1(41).pdf)

Электронный сборник статей XLI студенческой международной заочной научно-практической конференции «Молодежный научный форум: Технические и математические науки» отражает результаты научных исследований, проведенных представителями различных школ и направлений современной науки.

Данное издание будет полезно магистрам, студентам, исследователям и всем интересующимся актуальным состоянием и тенденциями развития современной науки.

Сборник входит в систему РИНЦ (Российский индекс научного цитирования) на платформе eLIBRARY.RU.

## Оглавление

<b>Секция 1. Технические науки</b>	<b>9</b>
УВЕЛИЧЕНИЕ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ДОБРОТНОСТИ НАНОСТРУКТУР ЗА СЧЕТ ОБРАБОТКИ ФУЛЛЕРЕНОМ Абрашин Даниил Кимович	9
ОПИСАНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ Андросова Татьяна Евгеньевна Курочкин Владислав Михайлович Болдырев Артем Сергеевич Чернов Роман Вячеславович	13
АТАКА ВИДА «МЕЖСАЙТОВАЯ ПОДДЕЛКА ЗАПРОСОВ» (CSRF) Андросова Татьяна Евгеньевна Курочкин Владислав Михайлович Болдырев Артем Сергеевич Чернов Роман Вячеславович	18
ЛИНЕЙНЫЙ КОНГРУЭНТНЫЙ ГЕНЕРАТОР ПСЕВДОСЛУЧАЙНЫХ ЧИСЕЛ И МЕТОД РАСКРЫТИЯ ЕГО ПАРАМЕТРОВ Андросова Татьяна Евгеньевна Курочкин Владислав Михайлович Болдырев Артем Сергеевич Чернов Роман Вячеславович	23
ДИНАМИЧЕСКАЯ БИНАРНАЯ ИНСТРУМЕНТАЦИЯ ПРИЛОЖЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ PIN Андросова Татьяна Евгеньевна Курочкин Владислав Михайлович Болдырев Артём Сергеевич Чернов Роман Вячеславович	27
ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА K-MEANS ДЛЯ ЭСКИЗНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ОБЪЕКТОВ Андросова Татьяна Евгеньевна Курочкин Владислав Михайлович Болдырев Артем Сергеевич Чернов Роман Вячеславович	32

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ДЛЯ АНАЛИЗА ЗВУКОВ РЕЧИ Андросова Татьяна Евгеньевна Курочкин Владислав Михайлович Болдырев Артем Сергеевич Чернов Роман Вячеславович	37
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЧИСЛА ОСТАВШИХСЯ ОШИБОК ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИ ОТЛАДКЕ НА ОСНОВЕ ГИПОТЕЗЫ ДЖЕЛИНСКОГО-МОРАНДЫ Андросова Татьяна Евгеньевна Курочкин Владислав Михайлович Болдырев Артем Сергеевич Чернов Роман Вячеславович	42
МЕТОДОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ ОБУЧАЮЩИХ ИГР: МЕТОД КОЛЛЕКТИВНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И МЕТОД ПОВТОРНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОВЕДЕНИЯ Беспярых Евгений Алексеевич	47
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧЁТНОСТИ-НЕЧЁТНОСТИ КОДА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СКА MAPLE Борисенко Ирина Владимировна Поправко Ксения Михайловна Оленев Александр Анатольевич	57
ИССЛЕДОВАНИЕ АЧХ И ФЧХ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПОРЯДКА ФИЛЬТРА ЧЕБЫШЕВА Весёлин Дмитрий Игоревич	62
ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ СОЛНЕЧНОЙ ПАНЕЛИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СИСТЕМЫ СЛЕЖЕНИЯ ЗА СОЛНЦЕМ Воротынцев Денис Владимирович Ануфриев Олег Викторович Стеценко Константин Петрович Теряев Ростислав Эдуардович Васьков Алексей Геннадьевич	67
СОЗДАНИЕ МУЛЬТИФУНКЦИОНАЛЬНОГО ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ВЭУ Воротынцев Денис Владимирович Ануфриев Олег Викторович Стеценко Константин Петрович Теряев Ростислав Эдуардович Васьков Алексей Геннадьевич	73
НЕГАТИВНЫЕ СТОРОНЫ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ Гимаев Алмаз Гаязович	78

РАЗРАБОТКА ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПО МОДЕРНИЗАЦИИ ДОРОЖНЫХ ЗНАКОВ НА ТЕРРИТОРИИ РФ Клепиков Вячеслав Игоревич Жалко Михаил Евгеньевич	83
КАК ЗАЩИТИТЬ WEB-ПОРТАЛ ОТ ИНФОРМАЦИОННЫХ АТАК Ситдикова Алия Раилевна Зиннатуллина Лилия Рафилевна Мифтахова Лина Хатыповна	89
ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ ХОСТИНГА: ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ Измайлов Рамазан Юнус оглы Мащенко Елена Николаевна	104
ДИСТАНЦИОННОЕ ОБУЧЕНИЕ ПОСРЕДСТВОМ ПРОГРАММЫ УДАЛЕННОГО ДОСТУПА “АММУУ ADMIN” Иноземцев Кирилл Эдуардович Байчоров Мурат Русланович Захарова Наталья Ивановна	109
ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ E-LEARNING Калугина Виктория Сергеевна Захарова Наталья Ивановна Крахоткина Елена Васильевна	113
ИННОВАЦИОННЫЕ ПЛАНЕТАРНЫЕ РЕДУКТОРА И ПЕРЕДАЧИ, ИСПОЛЬЗУЮЩИЕСЯ В ВЕТРЯННОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ Каньязов Курбанияз Ажиниязович Максудова Насима Атхамовна	119
ШИФРОВАНИЕ ТЕКСТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ШИФРА ЦЕЗАРЯ Вдовенко Сергей Геннадиевич Ковачева Ксения Александровна Оленев Александр Анатольевич	125
ПОДЪЕМНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ЕГО МОДЕРНИЗАЦИЯ Косухина Мария Сергеевна Архипова Ольга Владимировна	129
МОДЕРНИЗАЦИЯ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД НА ПРЕДПРИЯТИИ ОАО «ТЯЖМАШ» Мисюрина Анна Владимировна	138

УСИЛЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ КОМПОЗИТНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ Мурсалова Диана Рашидовна	143
УСИЛЕНИЕ ФУНДАМЕНТОВ И ГРУНТОВ ОСНОВАНИЙ ЗДАНИЙ Мурсалова Диана Рашидовна	148
ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И СФЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ НАНОБЕТОНА Мурсалова Диана Рашидовна	153
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОРГАНИЗАЦИИ ПРОХОЖДЕНИЯ ПРАКТИКИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ИКИТ СФУ Осипов Павел Андреевич Иванова Яна Сергеевна Хоркуш Анатолий Владимирович Скворцов Семен Геннадьевич Мосин Дмитрий Александрович Мазун Александр Александрович	158
ВЫБОР СПОСОБА ДОБЫЧИ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СГД ДЛЯ ЮЖНОЙ ЯКУТИИ Подопрыгоров Сергей Юрьевич	164
ДЕКОДИРОВАНИЕ КОДА МОРЗЕ В MAPLE Рыбалкина Марина Сергеевна Оленев Александр Анатольевич	169
СОРБЦИОННАЯ ОБРАБОТКА ЦИАНИСТЫХ ВЫЩЕЛАЧИВАЮЩИХ РАСТВОРОВ Рябухин Егор Алексеевич Старков Александр Михайлович Маковская Ольга Юрьевна	174
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В СЭС ЧАСТНЫХ СЕКТОРОВ Сичевский Алексей Сергеевич Коваленко Владислав Андреевич Долгопол Татьяна Леонидовна	180
МЕТОД ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ЗОЛОТА В ЦИАНИСТОМ РАСТВОРЕ В ПРИСУТСТВИИ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ОКИСЛИТЕЛЕЙ Старков Александр Михайлович Рябухин Егор Алексеевич Лобанов Владимир Геннадьевич	185

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА ВИЖЕНЕРА Хильта Александр Юрьевич Оленев Александр Анатольевич	191
КОМПЛЕКСНЫЙ ПЛИТНО-СВАЙНЫЙ ФУНДАМЕНТ В СОВРЕМЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ Цветкова Полина Юрьевна	197
ВЫБОР ДЛИНЫ КАДРА ПРИ КРАТКОВРЕМЕННОМ АНАЛИЗЕ РЕЧЕВОГО СИГНАЛА Чан Чунг Хиеу Миноваров Тимур Ренатович Прохоренко Екатерина Ивановна	202
ЗНАЧИМЫЕ ФАКТОРЫ ПРИ ВЫБОРЕ СМАЗОЧНО- ОХЛАЖДАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕД В МАШИНОСТРОЕНИИ Чернат Ирина Сергеевна Белоусова Виктория Павловна	208
КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЯГОВОГО ПРИВОДА РУДНИЧНОГО ЭЛЕКТРОВОЗА В СРЕДЕ MATHCAD Шкарубо Дмитрий Игоревич	213
КОДИРОВАНИЕ ТЕКСТА КОДОМ МОРЗЕ В СКА MAPLE Якшина Кристина Сергеевна Оленев Александр Анатольевич	217
<b>Секция 2. Физико-математические науки</b>	<b>222</b>
БЫСТРЫЕ АЛГОРИТМЫ ДИСКРЕТНОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ФУРЬЕ Андросова Татьяна Евгеньевна Курочкин Владислав Михайлович Болдырев Артем Сергеевич Чернов Роман Вячеславович	222
ПРИМЕНЕНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ В КИНЕТИЧЕСКОЙ ХИМИИ НА ПРИМЕРЕ СЛОЖНОГО ЭФИРА ЭТИЛЕНГЛИКОЛЯ И УКСУСНОЙ КИСЛОТЫ Антонова Марина Сергеевна Алпысбаева Гульжазира Жанибековна Кулиш Наталья Викторовна	227
СИСТЕМЫ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ. РЕШЕНИЕ ТИПИЧНЫХ ЗАДАЧ Беспярых Евгений Алексеевич	231

ОБОСНОВАНИЕ ПРИРОДЫ ПОГОДНЫХ ЯВЛЕНИЙ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ФИЗИКИ	243
Сабенина Светлана Вячеславовна Разваляева Валерия Александровна	
МАГНИТНОЕ ПОЛЕ ЗЕМЛИ	248
Разваляева Валерия Александровна Сабенина Светлана Вячеславовна	
ОБУЧЕНИЕ ПРОГРАММИРОВАНИЮ С ПРИМЕНЕНИЕМ LEGO-КОНСТРУКТОРОВ	253
Слепцова Юлия Олеговна Кормилицына Татьяна Владимировна	
ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОМ ОПЕРАЦИОННОГО ИСЧИСЛЕНИЯ ВЛИЯНИЯ ВРАЩЕНИЯ ЗЕМЛИ НА СВОБОДНОЕ ПАДЕНИЕ ТЕЛ	258
Ширяева Вероника Юрьевна Дёмина Елена Леонидовна	

## СЕКЦИЯ 1.

### ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

#### УВЕЛИЧЕНИЕ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ДОБРОТНОСТИ НАНОСТРУКТУР ЗА СЧЕТ ОБРАБОТКИ ФУЛЛЕРЕНОМ

*Абрашин Даниил Кимович*

*магистрант 1 год обучения, Санкт-Петербургский национальный  
исследовательский университет информационных технологий, механики и  
оптики (Университет ИТМО),  
РФ, г. Санкт-Петербург*

Проблема термоэлектрического преобразования энергии поднимается в трудах многих российских и иностранных ученых: А.Ф.Иоффе, Меркури Канатзидиса (Mercouri Kanatzidis), Д.А. Бута, Ганг Чена (GangChen) и других[1].

Сегодня термоэлектрические материалы используются во многих областях человеческой деятельности: молекулярная биология, разнообразные лазеры, приборы ночного видения, температурные датчики, космонавтика. Например, в автоматической межпланетной станции (АМС) NASA NewHorizons, предназначенной для изучения Плутона и его естественного спутника Харона используются термоэлектрики, преобразующие тепло от распада радиоактивных изотопов в электричество. Точно также происходит и на межпланетном аппарате Cassini, разработанном в рамках программы по изучению исследования планеты Сатурн, его колец и спутников Cassini–Huygens[6].

Однако термоэлектрики не получили массового распространения из-за низкого КПД. Современные термоэлектрические генераторы (ТЭГи) способны выдавать 5–13% КПД, что явно недостаточно для их масштабного использования. Несмотря на это, они по-прежнему используются как дополнительные источники энергии в силу ряда причин: большой срок службы, высокая надежность, стабильность параметров, вибростойкость[7].

Увеличение КПД хотя бы до 15% способно значительно подстегнуть интерес общества к термоэлектрикам, придать исследованиям в данной области лавинообразный характер, а при КПД в 20% и больше можно будет с уверенностью говорить о самой настоящей термоэлектрической революции. Поэтому поиски эффективного термоэлектрика являются приоритетной задачей.

Эффективность термоэлектрического материала определяется таким показателем, как коэффициент термоэлектрической добротности. Коэффициент добротности представлен в виде безразмерного показателя  $ZT$ :

$$ZT = \frac{\alpha^2 \times \sigma}{\chi} \times T \quad (1)$$

где  $T$  – абсолютная температура,  $\alpha$  – коэффициент термоЭДС материала,  $\sigma$  – его электропроводность, а  $\chi$  – теплопроводность [8].

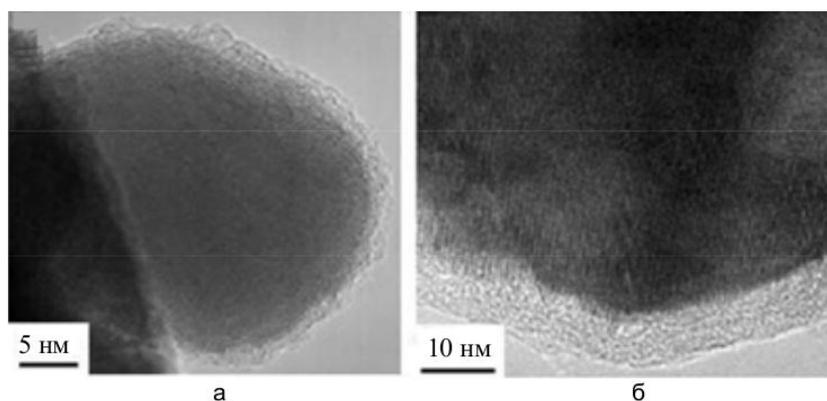
К перспективным материалам для термоэлектрических изделий можно отнести: теллуриды висмута III ( $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ ), свинца ( $\text{PbTe}$ ), германия ( $\text{GeTe}$ ) и сурьмы III ( $\text{Sb}_2\text{Te}_3$ ); селениды висмута III ( $\text{Bi}_2\text{Se}_3$ ), сурьмы III ( $\text{Sb}_2\text{Se}_3$ ) и гадолиния ( $\text{GdSe}$ ); моносulfид самария ( $\text{SmS}$ ), силицид магния ( $\text{Mg}_2\text{Si}$ ) [2].

Другим немаловажным требованием к материалу является возможность его массового производства, поэтому в погоне за термоэлектрической добротностью не следует забывать о себестоимости.

Перспективным и недорогим способом повышения термоэлектрической добротности является легирование наноструктур фуллереном. Суть метода заключается в измельчении металла до наночастиц с помощью механоактивной обработки в высокоскоростной планетарной шаровой мельнице. Благодаря этому получают нанозерна размером 5–10 нанометров (нм).

После этого к получившимся наноструктурам добавляют фуллерен  $\text{C}_{60}$  или иные наночастицы со слоистой структурой. За счет абсорбции наноструктуры металлов быстро покрываются оболочкой из фуллерена. Подобные добавки способны не только препятствовать рекристаллизации – увеличению размеров наночастиц в процессе их обработки, но и управлять этими самыми размерами, что напрямую влияет на термоэлектрическую добротность. На рисунке 1

представлены наночастицы термоэлектриков на основе теллуридов сурьмы и висмута в оболочке из фуллерена.



**Рисунок 1. Наночастицы полупроводника в оболочке из фуллерена  $C_{60}$ : состав  $Bi_{0,5}Sb_{1,5}Te_3$  (а); состав  $Bi_{0,4}Sb_{1,6}Te_3$  (б)[3]**

Получившиеся нанокомпозиты подвергают искровому спеканию или иным способам обработки для получения готового термоэлектрика. Стоимость такой обработки и результаты повышения термоэлектрической добротности представлены в таблице 1.

**Таблица 1.**

**Повышение термоэлектрической добротности материалов с помощью обработки наноструктур фуллереном  $C_{60}$**

Материал	ZT до обработки	ZT после обработки	Изменение, %
$Bi_{0,5}Sb_{1,5}Te_3$	1,5	1,77	+18
$Bi_{0,4}Sb_{1,6}Te_3$	1,7	1,955	+15

Составим матрицу SWOT-анализа, в которой отразим преимущества и недостатки описанного метода.

**Таблица 2.**

**SWOT-анализ метода повышения термоэлектрической добротности с помощью обработки наноструктур фуллереном  $C_{60}$**

S (Strengths, сильные стороны)	W (Weaknesses, слабые стороны)
Технологическая простота	КПД ТЭГов по-прежнему невысок
Низкая стоимость	Производственное применение нанокомпозитных термоэлектриков исследовано не до конца
O (Opportunities, возможности)	T (Threats, угрозы)
Возможность массового производства	Удорожание и увеличение времени НИОКР
Дополнительное увеличение ZT за счет комбинирования с другими методами повышения термоэлектрической добротности	Возможно выявление новых нетривиальных проблем, связанных с производством и эксплуатацией полученных нанокомпозитов

Описанный в статье метод разработан Университетом ИТМО совместно с Калифорнийским технологическим институтом (California Institute of Technology) в рамках Международной научной лаборатории «Прямое преобразование энергии и наноинжиниринг термоэлектрических структур» [5]. Также Университетом ИТМО совместно с ФТИ им. А.Ф.Иоффе выигран грант от Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) на изучение наноструктур для эффективных термоэлектрических преобразователей энергии [4].

### Список литературы:

1. Абрашин Д.К. Разработка энергосберегающих систем охлаждения на основе термоэлектрических генераторов // V-й Международный молодежный конкурс научных работ «Молодежь в науке: Новые аргументы» – 2016. – С. 40–47.
2. Бирюков А.В., Репников Н.И., Симкин А.В., Ховайло В.В. Термоэлектрическая эффективность низкотемпературных генераторных материалов, возможности ее повышения // Вестник Челябинского государственного университета – 2015. – № 7 (362). – С. 21–29.
3. Булат Л.П., Бочков Л.В., Нефедова И.А., Ахыска Р. Наноструктурирование как способ повышения эффективности термоэлектриков // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики – 2014. – № 4 (92). – С. 48–56.
4. Грант РФФИ 12-08-00283-а «Наноструктуры для эффективных термоэлектрических преобразователей энергии, полученные спиннингованием с последующим искровым плазменным спеканием». Руководитель: Булат Л.П., Университет ИТМО, 2012.
5. Университет ИТМО: Итоги НИОКР 2014 года – [Электронный ресурс] – URL: [http://research.ifmo.ru/ru/stat/249/Itogi\\_NIOKR\\_2014.htm](http://research.ifmo.ru/ru/stat/249/Itogi_NIOKR_2014.htm) (дата обращения: 11.12.2016).
6. Roger D. Launius Powering Space Exploration: U.S. Space Nuclear Power, Public Perceptions, and Outer Planetary Probes // Smithsonian Institution, Washington, DC 20650, 2008, P. 23.
7. Wei-Hsin Chena, Po-Hua Wua, Xiao-Dong Wangb, Yu-Li Linc Power output and efficiency of a thermoelectric generator under temperature control // Energy Conversion and Management – 2016. – P. 404–415.
8. Zhongliang Ouyang, Dawen Li Modelling of segmented high-performance thermoelectric generators with effects of thermal radiation, electrical and thermal contact resistances // Scientific Reports 6 – 2016. – P. 20.

## ОПИСАНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

***Андросова Татьяна Евгеньевна***

*студент 4 курса, факультет информатики, Самарский национальный  
исследовательский университет им. С.П. Королёва,  
РФ, г. Самара*

***Курочкин Владислав Михайлович***

*студент 4 курса, факультет информатики, Самарский национальный  
исследовательский университет им. С.П. Королёва,  
РФ, г. Самара*

***Болдырев Артем Сергеевич***

*студент 4 курса, факультет информатики, Самарский национальный  
исследовательский университет им. С.П. Королёва,  
РФ, г. Самара*

***Чернов Роман Вячеславович***

*студент 4 курса, факультет информатики, Самарский национальный  
исследовательский университет им. С.П. Королёва,  
РФ, г. Самара*

### **Введение**

Процесс обучения включает в себя приобретение новых декларативных знаний, разработку моторных и когнитивных навыков при помощи инструкций и практики, организацию знаний в общее и эффективное представление и обнаружение новых фактов и теорий через наблюдение и эксперименты.

Обучение и компьютерное моделирование этого процесса во всем своем многообразии представляет из себя машинное обучение. В основе машинного обучения лежат следующие исследования:

1. Проблемно-ориентированное обучение – разработка обучающейся системы для улучшения производительности при выполнении набора заданий.
2. Когнитивная симуляция – исследование и компьютерная симуляция процесса обучения человека.
3. Теоретический анализ – теоретическое исследование возможных методов обучения и алгоритмов независимо от сферы их применения.

## **Общее о машинном обучении**

В машинном обучении главную роль играют сущности учителя и ученика. Учитель – это сущность, которая обладает необходимыми знаниями для выполнения задачи, а ученик должен приобрести некоторые знания для выполнения этой задачи.

Мы можем разделить стратегии обучения по количеству логических заключений, которые необходимо сделать ученику по информации, предоставленной учителем. Мы рассмотрим два крайних случая – без логических выводов и со значительным их количеством. Если компьютерная система (ученик) прямо запрограммирована, то ее знания растут, но она не делает никаких выводов, так как все когнитивные усилия выполнены программистом (учителем). С другой стороны, если система независимо открывает новые теории или создает новые понятия, ей необходимо сделать большое количество выводов, то есть получить организованные знания из экспериментов и наблюдений.

Промежуточный случай мог бы представлять из себя студента, которая учится решать математическую задачу по аналогии с решением, представленным в книге. Этот процесс требует логических заключений, но намного меньше, чем при создании новой математической теории.

Увеличивая количество выводов, которые ученик должен будет выполнить, мы уменьшаем нагрузку на учителя. Машинное обучение пытается найти компромисс между количеством усилий, которые придется затратить ученику и учителю.

## **Обучение по инструкции**

Обучение по инструкции состоит в извлечении знаний от учителя или другого организованного источника (например, книги), требуя от ученика производить трансформацию знаний из входного языка во внутреннее представление. Новая информация интегрируется с предшествующими знаниями для эффективного использования. От ученика требуются некоторые выводы, но большая часть когнитивной нагрузки остается на учителе, который должен представить и организовать знания таким образом, чтобы они

постепенно увеличивали знания ученика. Обучение по инструкции имитирует методы образования. Таким образом, задачей машинного обучения является проектирование системы, которая может принять инструкции, затем сохранить и применить накопленные знания эффективно.

### **Обучение по аналогии**

Обучение по аналогии состоит в извлечении новых знаний или навыков путем трансформирования или увеличения существующих знаний (имеющих сильную схожесть с другим желаемым знанием или навыком), которые могут быть эффективно применены в новой ситуации. Система обучения по аналогии может быть применена для компьютерной программы в целях выполнения задачи, для которой она изначально предназначена не была, но имеет некоторую степень сходства. Обучение по аналогии требует от ученика большего количества выводов, чем обучение по инструкции. Аналогичный факт или навык должен быть сначала извлечен из памяти, затем это извлеченное знание должно пройти трансформацию, чтобы оно могло быть использовано в новой ситуации и сохранено для использования в будущем.

### **Обучение по примерам**

После представления набора примеров, ученик выводит общее правило, которое описывает все примеры. Количество выводов, которые необходимо сделать ученику, намного выше, чем в обучении по аналогии. Обучение на примерах стало настолько популярным последние несколько лет, что часто просто называется *обучением*. Похожим образом ученик и примеры соответственно называются *обучаемой машиной* и *данными*.

*Проблема обучения* может быть описана как нахождение общего правила, которое описывает данные, после подачи на вход ограниченного числа примеров. Сложность этой задачи схожа с со сложность развития способности говорить у детей, которые учатся на звуках, которые издают взрослые.

Проблему обучения можно написать так: по ограниченному набору примеров необходимо построить модель описания данных. Техники обучения могут быть разделены на три группы: обучение с контролем, обучение с подкреплением и обучения без контроля.

## **Обучение с контролем**

В обучении с контролем (обучение с учителем) данные – примеры входных и выходных данных. В этом случае описание данных представляет собой функцию, которая дает выход после подачи данных на вход. Обучение с контролем называется так потому, что объекты рассмотрения уже поделены на классы и реальные значения. Примером такой задачи обучения является распознавание рукописных букв и цифр, прогнозирование фондовых индексов.

В задаче обучения с контролем пары входных и выходных данных называются тренировочным набором (тренировочным множеством). Целью является нахождение детерминистической функции, которая ставит выходные данные в соответствие входным с минимальной ошибкой. Согласно типа выходных данных обучение с контролем может быть обучением с классификацией или обучением с регрессией.

## **Обучение с классификацией**

Если выходные данные не имеют четкой структуры, то такое обучение называют обучением с классификацией (или просто классификацией). Каждый элемент выходного множества называется классом. Алгоритм обучения, который решает задачу классификации называется классификатором. В проблемах классификации задачей является присвоение набору входных данных определенного класса или категории. Эта задача характеризует большинство задач распознавания. Типичной проблемой классификации является присвоение рукописному символу его соответствующей печатной буквы.

## **Регрессия**

Если выходные данные сформированы значениями переменных, продолжительных во времени, например, значениями индексов курса обмена акций, тогда задача обучения представляет из себя *регрессию*.

## **Обучение с подкреплением**

Обучение с подкреплением своими корнями уходит в теорию контроля, которая рассматривает сценарии динамического окружения, в которых исходными данными являются три сущности: состояние, действие и награда.

Разница между обучением с подкреплением и обучением с наблюдением состоит в том, что в первом нет оптимального действия в текущем состоянии, но обучающийся алгоритм должен выбрать правильное действие для того, чтобы увеличить награду. Описанием модели является стратегия, которая максимизирует награду.

Проблемой при обучении с подкреплением является выбор того, что нужно сделать в данной ситуации, то есть соотнести ситуации и действия, которые необходимы для максимизации награды. В отличие от обучения с учителем, обучающийся алгоритм не знает какие действия нужно предпринять в конкретной ситуации. Вместо этого предполагается, что ученик получает информацию о действии в результате получения награды, которая не обязательно приходит сразу после совершения действия. Примером такой проблемы является игра в шахматы. Каждая расстановка фигур на шахматной доске – конкретное состояние. Действия – возможные ходы при этой расстановке. Награда за ходы – это победа в игре, а наказание – проигрыш. Но и награда, и наказание наступают не сразу, что достаточно характерно для обучения с подкреплением. И так как в каждом состоянии нет оптимального действия, то одной из самых больших трудностей обучения с подкреплением является поиск компромисса между исследованием и использованием. Для того, чтобы максимизировать награду (или минимизировать наказание) алгоритм должен выбрать действия, которые были совершены в прошлом и в будущем увеличили награду. С другой стороны, для того, чтобы обнаружить эти действия, алгоритм должен выбрать действия, которые он не использовал в прошлом, таким образом исследуя пространство состояний. Для решения этой дилеммы нет общего решения.

### **Список литературы:**

1. Camastra F., Vinciarelli A., “Machine Learning for Audio, Image and Video Analysis”, ISBN 978-1849966993, Oct. 2007.

## **АТАКА ВИДА «МЕЖСАЙТОВАЯ ПОДДЕЛКА ЗАПРОСОВ» (CSRF)**

***Андросова Татьяна Евгеньевна***

*студент 4 курса, кафедра геоинформатики и информационной безопасности,  
Самарский университет,  
РФ, г. Самара*

***Курочкин Владислав Михайлович***

*студент 4 курса, кафедра геоинформатики и информационной безопасности,  
Самарский университет,  
РФ, г. Самара*

***Болдырев Артем Сергеевич***

*студент 4 курса, кафедра геоинформатики и информационной безопасности,  
Самарский университет,  
РФ, г. Самара*

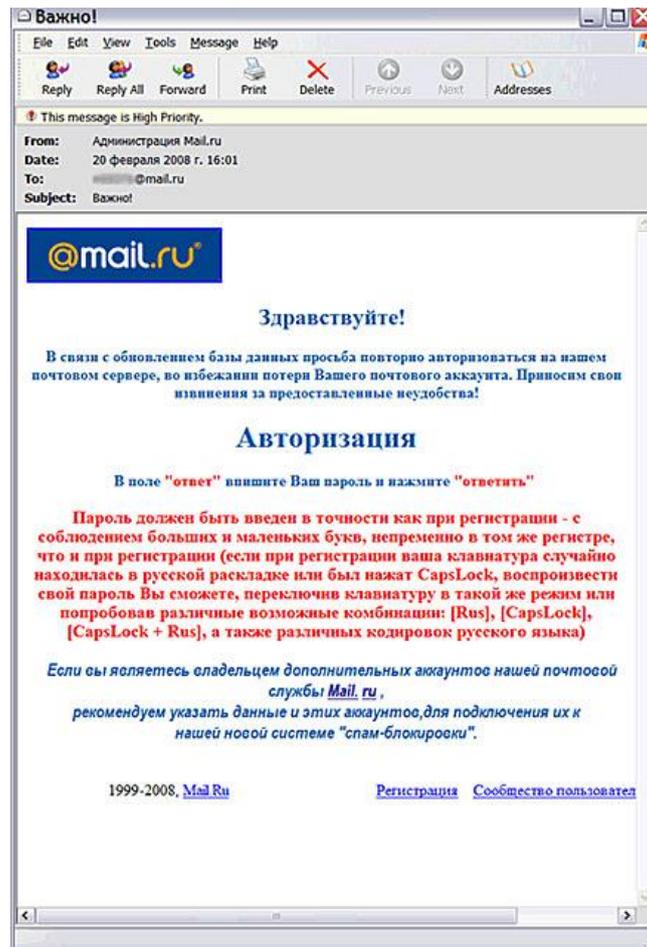
***Чернов Роман Вячеславович***

*студент 4 курса, кафедра геоинформатики и информационной безопасности,  
Самарский университет,  
РФ, г. Самара*

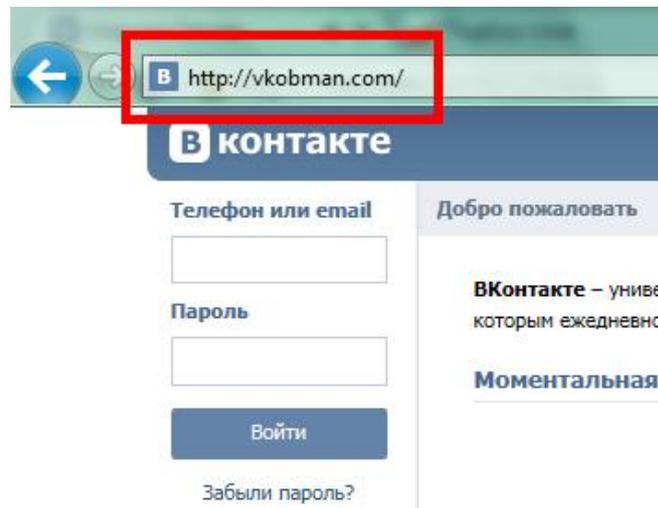
CSRF – известная также, как XSRF – одна из опасных атак на веб-пользователей, приводящая к выполнению на определённом сайте различных действий от имени зарегистрированных пользователей, на которых была направлена атака.

Успешная CSRF атака может привести к разрушительным последствиям, как для обычных веб-пользователей, против которых была осуществлена атака, так и для владельцев Интернет-ресурсов, различные действия на которых будут осуществляться под зарегистрированными аккаунтами.

CSRF обычно проводят, используя методы социального инжиниринга. Зачастую злоумышленники используют банальный переход ссылке (например, из электронного письма, которое отправляют жертве) или также используют фишинговые сайты (Рис. 1,2).



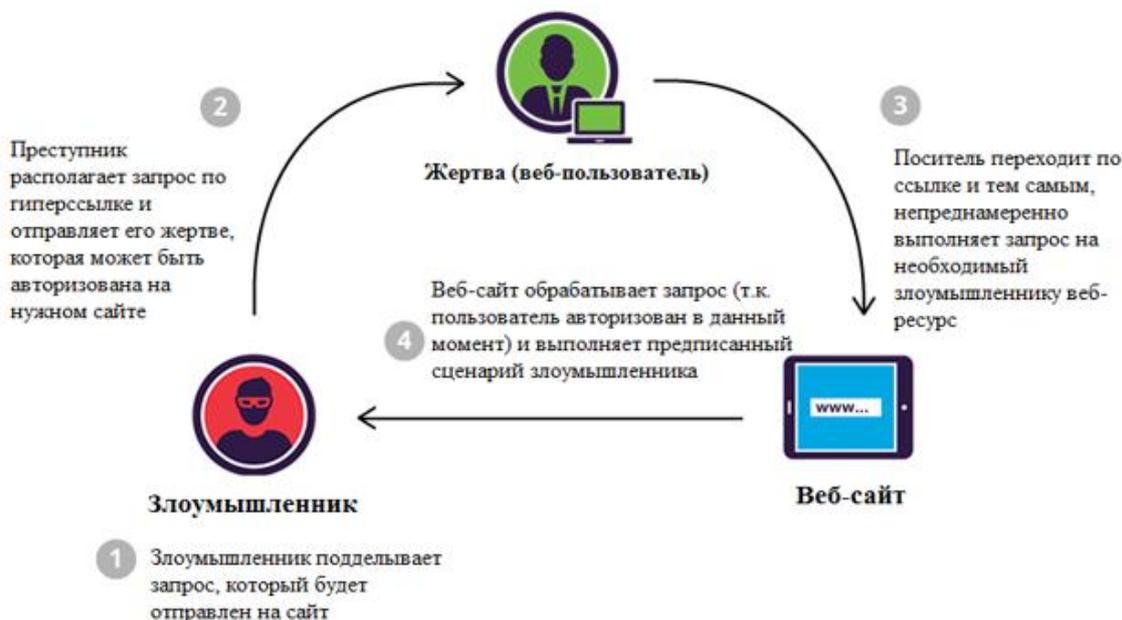
*Рисунок 1. Пример фишингового письма*



*Рисунок 2. Пример фишингового сайта*

Пользователь переходит на сайт, где скрытым образом от его имени отправляется запрос на нужный ресурс. Если пользователь был на нём авторизован (а это значит, что у него есть активная сессия в cookie), то запрос

выполняется незаметно для самого пользователя. Схематически атаку можно представить в виде следующей схемы (Рис. 3).



**Рисунок 3. Схема стандартной CSRF атаки**

Рассмотрим простой пример атаки CSRF. До выполнения нападения, злоумышленник обычно очень тщательно изучает необходимый ему Интернет-ресурс с целью составления возможного валидного запроса. Например, стандартный GET запрос, например, на перевод 100\$ мог бы выглядеть следующим образом (Рис. 4):

```
GET http://netbank.com/transfer.do?acct=PersonB&amount;=$100 HTTP/1.1
```

**Рисунок 4. Пример GET запроса**

Потенциальный хакер может модифицировать запрос таким образом, чтобы деньги перечислялись именно на его собственный счёт (Рис. 5):

```
GET http://netbank.com/transfer.do?acct= AttackerA&amount;=$100 HTTP/1.1
```

**Рисунок 5. Пример модифицированного GET запроса**

И встроить это запрос, например, в HTML-тег <a> (Рис. 6):

```
<a href="http://netbank.com/transfer.do?acct=AttackerA&amount;=$100">Read more!</a>
```

**Рисунок 6. Встраивание запроса в HTML-тег**

Дальше вступает в действие социальный инжиниринг. Хакер может разместить ссылку, например, как было указано выше, в электронном письме. Те пользователи, которые перейдут по ссылке, будучи уже авторизованными по данной ссылке, переведут на банковский счёт нападающего незаметно для самих себя 100\$.

Стоит обратить внимание на то, что, если веб-сайт при выполнении данной операции принимает только POST запросы, то невозможно будет сформировать нужное обращение к серверу, используя тег <a>. Однако атаку при этом всё также можно провести, используя только теперь тег <form> вкупе с автоматическим выполнением JavaScript. Такой приём может выглядеть так (Рис. 7):

```
<body onload="document.forms[0].submit()">
  <form action="http://netbank.com/transfer.do" method="POST">
    <input type="hidden" name="acct" value="AttackerA"/>
    <input type="hidden" name="amount" value="$100"/>
    <input type="submit" value="View my pictures!"/>
  </form>
</body>
```

**Рисунок 7. Атака с использованием POST запроса**

Что можно предпринять, чтобы защититься от CSRF? Существует целый ряд мер, как для предотвращения, так и для смягчения последствий CSRF атак. Со стороны пользователя можно перечислить следующие:

- Выход из личных аккаунтов тех сайтов, которые больше не используются.
- Сохранение в защищённом состоянии логинов и паролей.
- Не позволять браузерам сохранять ваши пароли.
- При входе в важные аккаунты, закрывать сторонние источники.

Для веб-приложений также существуют несколько решений, чтобы заблокировать вредоносный трафик и предотвратить возможные атаки. Среди наиболее распространённых методов защиты является генерация случайных токенов для каждого запроса сессии или ID. Они впоследствии проверяются сервером и проходят верификацию. Все сессии, имеющие повторяющиеся токены или отсутствующие значения, будут заблокированы.

Двойная генерация cookie также является известным способом блокирования атак подобного рода. Более того эффективными являются методы встраивания токенов в целый ряд пунктов, в том числе историю браузеров, файлы журналов HTTP, строку запроса на HTTP, а также заголовки рефереров, если защищаемый сайт имеет ссылку на внешний URL.

Сугубо частные подходы в каждом конкретном случае мешают создать единое и универсальное решение. Тем не менее пользовательская политика безопасности может быть использована для защиты от возможных сценариев CSRF.

Сегодня на рынке представлено много решений от подобных атак. Например, продукт IncapRules, позволяет создать собственные политики безопасности. Настройки политики безопасности создаются с помощью интуитивно понятного синтаксиса и могут быть изменены на лету, дополняя конфигурацию брандмауэра по умолчанию.

Используя IncapRules, вы можете создать для себя такие настройки, которые позволяют фильтровать запросы к подозрительным страницам и функциям, составлять списки проверенных доменов.

В данном случае полностью исключен риск применения против пользователя социального инжиниринга. Это позволяет предотвратить выполнение вредоносных запросов с любых сайтов, независимо от контента.

### **Список литературы:**

1. Атака CSRF – [Электронный ресурс] – <https://learn.javascript.ru/csrf>.
2. Фишинг – [Электронный ресурс] – <https://ru.wikipedia.org/wiki/Фишинг>.
3. Cross Site Request Forgery (CSRF) Attack – [Электронный ресурс] – <https://www.incapsula.com/web-application-security/csrf-cross-site-request-forgery.html>.

# ЛИНЕЙНЫЙ КОНГРУЭНТНЫЙ ГЕНЕРАТОР ПСЕВДОСЛУЧАЙНЫХ ЧИСЕЛ И МЕТОД РАСКРЫТИЯ ЕГО ПАРАМЕТРОВ

**Андросова Татьяна Евгеньевна**

*студент 4 курса, кафедра геоинформатики и информационной безопасности,  
Самарский университет,  
РФ, г. Самара*

**Курочкин Владислав Михайлович**

*студент 4 курса, кафедра геоинформатики и информационной безопасности,  
Самарский университет,  
РФ, г. Самара*

**Болдырев Артем Сергеевич**

*студент 4 курса, кафедра геоинформатики и информационной безопасности,  
Самарский университет,  
РФ, г. Самара*

**Чернов Роман Вячеславович**

*студент 4 курса, кафедра геоинформатики и информационной безопасности,  
Самарский университет,  
РФ, г. Самара*

В работе рассматривается линейный конгруэнтный генератор псевдослучайных чисел, описан способ нахождения параметров генератора, а также разобран пример работы алгоритма их поиска.

## **Линейный конгруэнтный генератор.**

Линейный конгруэнтный генератор (ЛКГ) является простейшим генератором псевдослучайных чисел. Алгоритм его работы заключается в следующем:

1. Выбираются числа-параметры  $a$ ,  $m$  и  $c$ . Свойства, которыми должны обладать данные числа будут рассмотрены ниже.
2. Выбирается некоторое число  $s_0 < m$ .
3. Все последующие числа находятся по формуле  $s_n = (a * s_{n-1} + c) \bmod m$ .

Последовательность, выдаваемая ЛКГ, называется линейной конгруэнтной последовательностью, максимальный период которой равен  $m$ . Ее период максимален в том случае, когда параметры  $a$ ,  $m$  и  $c$  обладают следующими свойствами:

1. Числа  $c$  и  $m$  взаимно просты.
2. Число  $a-1$  кратно  $p$  для каждого простого  $p$ , являющегося делителем  $m$ .
3. Число  $a-1$  кратно 4, если  $m$  кратно 4.

Данный генератор псевдослучайных чисел (ГПСЧ) не является криптостойким, поэтому он не подходит для использования в криптографических алгоритмах, но все же находит свое применение для задач моделирования случайных процессов.

### **Нахождение параметров ЛКГ.**

В данном разделе мы рассмотрим алгоритмы нахождения параметров  $a$ ,  $c$  и  $m$  по известной последовательности выданных генератором чисел.

### **Нахождение параметра $m$ .**

Обозначим через  $t_{n+1}$  разность чисел  $s_{n+1}$  и  $s_n$ . Тогда получаем:

$$t_{n+1} = s_{n+1} - s_n = (as_n - c) - (as_{n-1} - c) = as_n - as_{n-1} = at_n \text{ mod } m$$

$$t_{n+2} = a^2 t_n \text{ mod } m$$

$$t_{n+2} t_n - t_{n+1}^2 = a^2 t_n * t_n - (at_n)^2 = 0 \text{ (mod } m)$$

Следовательно, число  $u_n = |t_{n+2} t_n - t_{n+1}^2|$  делится на  $m$  без остатка. Из теории чисел известно, что, если  $u$  и  $v$  – случайно выбираемые целые числа, то вероятность того, что  $\text{НОД}(u, v) = 1$ , равна  $6/\pi^2 = 0.60793$ . В нашем случае такую же вероятность будет иметь случай, когда  $\text{НОД}(u_i, u_j) = \text{НОД}(m*x, m*y) = m * 1 = m$ . При этом, чем больше мы имеем чисел вида  $u_n = |t_{n+2} t_n - t_{n+1}^2|$ , тем эта вероятность быстрее будет стремиться к 1, так как  $\text{НОД}(u_1, \dots, u_n) = \text{НОД}(u_1, \text{НОД}(u_2, \dots, \text{НОД}(u_{n-1}, u_n) \dots))$  и  $\text{НОД}(u_1, \dots, u_{n-1}, 1) = 1$ .

### **Нахождение параметра $a$ .**

Возьмем 4 подряд выданных генератором числа  $s_k, s_{k+1}, s_{k+2}, s_{k+3}$ . Введем следующие обозначения:  $x = s_{k+2} - s_k, b = s_{k+3} - s_{k+1}$ .

В результате получаем:

$$x = as_{k+1} + c - s_k = a^2 s_k + ac + c - s_k = s_k(a^2 - 1) + c(a+1) = (a+1)(as_k - s_k + c) = (a+1)(s_{k+1} - s_k).$$

$$b = as_{k+2} + c - as_k - c = a(a^2s_k + ac + c) - as_k = a(a^2s_k + ac + c - s_k) = a(s_k(a^2-1) + c(a+1)) = a(a+1)(as_k - s_k + c) = a(a+1)(s_{k+1} - s_k).$$

Тогда, найдя обратный к  $x$  элемент по модулю  $m$ :

$$x^{-1} = (a+1)^{-1}(s_{k+1} - s_k)^{-1},$$

получим следующее выражение:

$$b * x^{-1} = a(a+1)(s_{k+1} - s_k) * (a+1)^{-1}(s_{k+1} - s_k)^{-1} = a \pmod{m}$$

### **Нахождение параметра $c$ .**

Взяв из предыдущего пункта числа, например,  $s_{k+3}$  и  $s_{k+2}$ , найдем  $c$ :

$$s_{k+3} - as_{k+2} = as_{k+2} + c - as_{k+2} = c \pmod{m}$$

### **Усовершенствование генератора.**

Линейный конгруэнтный метод генерации псевдослучайных чисел используется во многих компиляторах известных языков программирования. Однако, кроме шагов алгоритма, рассмотренных выше, добавляется еще один шаг, в ходе которого из результата берутся только часть битов.

Так, например, в компиляторах Borland C/C++, Watcom C, Microsoft Visual/Quick C/C++ отбрасываются младшие 16 бит и один старший.

### **Пример.**

Рассмотрим пример вычисления параметров генератора. Сгенерируем псевдослучайную последовательность, выбрав случайные параметры. Например,  $a = 52$ ,  $c = 65$ ,  $m = 71$ ,  $s_0 = 7$ . Получим последовательность

$$[3, 8, 55, 14, 12, 50, 38, 53, 52]$$

Тогда массив с числами  $t_n$  будет выглядеть следующим образом:

$$[5, 47, -41, -2, 38, -12, 15, -1]$$

Массив с числами  $u_n$ :

$$[2414, 1775, 1562, 1420, 426, 213]$$

Факторизуем все числа  $u_n$ . Получим следующие результаты:  $2414 = 2 * 17 * 71$ ,  $1775 = 5^2 * 71$ ,  $1562 = 2 * 11 * 71$ ,  $1420 = 2^2 * 5 * 71$ ,  $426 = 2 * 3 * 71$ ,  $213 = 3 * 71$ .

Вычисляем параметр  $m$ :  $m = \text{НОД}(2414, 1775, 1562, 1420, 426, 213) = 71$ .

Для нахождения параметра  $a$  возьмем последние 4 числа последовательности: 50, 38, 53, 52. Тогда  $x = 53 - 50 = 3$ ,  $b = 52 - 38 = 14$ . Найдем обратный к  $x$  элемент  $x^{-1}$ :  $3^{-1} = 24 \pmod{71}$ , так как  $3 * 24 = 1 \pmod{71}$ . В итоге получаем, что  $a = b * x^{-1} = 14 * 24 = 52 \pmod{71}$ .

Параметр  $c$  получается равным  $52 - 52 * 53 = -2704 = 65 \pmod{m}$ .

Таким образом, мы нашли параметры генератора с помощью приведенного выше алгоритма. Найденные параметры совпадают с теми, которые использовались при генерации последовательности.

### **Заключение.**

В статье был рассмотрен линейный конгруэнтный генератор псевдослучайных чисел. Данный генератор не является криптографически стойким, что было показано путем составления алгоритма нахождения параметров генератора по известной последовательности, полученной на выходе генератора. Для проверки правильности алгоритма был рассмотрен пример нахождения параметров генератора, которые задавались самостоятельно.

### **Список литературы:**

1. Мао В. Современная криптография: теория и практика: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2005. – 768 с.
2. Смарт Н. Криптография, Москва: Техносфера, 2005. – 528 с.
3. Фергюсон Н., Шнайер Б. Практическая криптография: Пер. с англ. – Издательский дом «Вильямс», 2004. – 432 с.
4. Cracking a linear congruential generator – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://security.stackexchange.com/questions/4268/cracking-a-linear-congruential-generator>. – Information Security Stack Exchange. – (Дата обращения: 25.12.2016).

## **ДИНАМИЧЕСКАЯ БИНАРНАЯ ИНСТРУМЕНТАЦИЯ ПРИЛОЖЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ PIN**

***Андросова Татьяна Евгеньевна***

*студент 4 курса, кафедра геоинформатики и информационной безопасности,  
Самарский университет, РФ, г. Самара*

***Курочкин Владислав Михайлович***

*студент 4 курса, кафедра геоинформатики и информационной безопасности,  
Самарский университет,  
РФ, г. Самара*

***Болдырев Артём Сергеевич***

*студент 4 курса, кафедра геоинформатики и информационной безопасности,  
Самарский университет,  
РФ, г. Самара*

***Чернов Роман Вячеславович***

*студент 4 курса, кафедра геоинформатики и информационной безопасности,  
Самарский университет,  
РФ, г. Самара*

Процесс анализа современных бинарных приложений постоянно усложняется. Связано это напрямую с возрастающей сложностью самих программных обеспечений: они становятся больше и динамичнее. Старые методы уже не столь эффективны и во многих случаях на смену им приходят новые способы анализа. Одними из современных и наиболее перспективными являются методы динамической бинарной инструментации (DBI).

Сегодня динамические методы вытесняют методы статические, хотя они и продолжают обладать рядом преимуществ. Рассмотрим последние в качестве сравнения.

Статический анализ выполняется до запуска самого приложения, до момента его компиляции, в этом его сильная и слабая сторона одновременно. Благодаря выполнению анализа кода до его компиляции удаётся избежать многих ошибок, получить часть информации о запуске приложения ещё до старта, что очень сильно помогает при отладке. Инструменты для проведения статического анализа имеются сейчас в составе большинства

популярных IDE. Так же к его преимуществам многие исследователи относят полноценный обхват исследуемого кода. Однако истинность последнего заявления в настоящее время не соответствует действительности. Дело в том, что большое множество современных программ генерируют код во время исполнения, используя различные динамические приёмы. И в таком случае статический анализ уже бессилён: он не способен дать полный обхват кода, не способен предоставить максимум информации о запуске приложения. И это при условии, что есть исходные коды. А что делать, если исходные коды отсутствуют? Что делать, например, исследователям зловредов? Статический анализ без наличия исходных кодов приложения в разы усложняется и даёт ложные сведения т.к. возникает проблема отделения данных от кода. Выходом в таких случаях служит динамическая инструментация, которая приобретает всю большую популярность у исследователей.

Концепция динамической бинарной инструментации главным образом заключается в сборе информации о приложении в момент его исполнения, то есть непосредственной работы. Достигается это посредством вставки заданных исследователем процедур в определённые участки кода, например, до или после вызова функции, или даже вместо неё.

На сегодняшний день существуют и продолжают развиваться довольно большое количество фреймворков, работа которых основана на применении методов DBI. Можно выделить следующие: Pin (<http://www.pintool.org>), Frida (<http://www.frida.re>), DynamoRIO (<http://dynamorio.org>), Dyninst (<http://www.dyninst.org>), Valgrind (<http://valgrind.org>). В этой статье остановимся поподробнее на Pin.

Pin – это фреймворк по динамическому оснащению кода для платформ Windows и Unix от компании Intel. Он может использоваться, как отдельно, так и быть интегрированным в среду разработки Visual Studio от корпорации Microsoft. Pin представляет собой программное обеспечение с закрытыми исходными кодами, однако его можно абсолютно бесплатно скачать для использования с официального сайта по приведённой выше ссылке.

При работе с Pin необходимо учитывать так называемые уровни гранулярности. В Pin их существуют три: подпрограмма, инструкция и образ (routine, instruction и image). Эти уровни выбраны для удобства выбора между уровнем детализации и производительностью, написанного инструмента.

Отличный пример по работе с Pin описал в своей статье Хади Браис (ссылка приведена в списке используемой литературы). Его и рассмотрим в качестве основного. Созданный инструмент (Pintool), будет помогать выслеживать утечки памяти в программах написанных на языке C/C++, определяя утечки памяти (при выделении, но не освобождении памяти), двойном освобождении (неоднократное освобождение) и освобождение памяти, которая не выделялась (при передачи функции free() значения NULL). Pintool будет работать с функциями free(), malloc() (следить за операторами new и delete не имеет смысла т.к. в их основе также лежат вызовы free() и malloc()). Алгоритм работы очень простой: при вызове malloc() будет записываться возвращаемое значение, а при вызове free() будет просиходить сверка адрес памяти с заранее записанными. При выделении, но не освобождении – будет происходить отметка о том, что область памяти освобождена. Но, если она была освобождена и выделена, то это будет сигнализировать о повторном освобождении. Операторы new и delete не нуждаются в проверки т.к. их функционал реализован так же на вызовах функций malloc() и free().

Для начала необходимо определиться с уровнем гранулярности для нашего pintool. Хади Браис выбирает уровень образа, аргументируя это тем, что это повлечёт лишь небольшие издержки производительности.

Переходим к исходному коду. Воспроизведём его в статье лишь частично, он будет доступен полностью по приведённый ссылке. Опишем в виде таблицы глобальные переменные.

Record	MallocMap	ProgramImage	KNOB	OutFile
Флаг нахождения внутри функции main	Отвечает за состояние памяти	Содержит название образа	Содержит в себе параметр командной строки	Имя выходного файла для логгирования

*Рисунок 1. Таблица описания некоторых переменных*

Работа всех функций будет производиться только при условии нахождения в функции main(). Если условие не выполняется, то будет выполнен оператор return.

Рассмотрим последовательно используемые Хади функции. После выполнения вышесказанной проверки в функции RecordMalloc() происходит определение наличия этого адреса в MallocMap. Если адрес отсутствует в контейнере, то происходит его вставка со значением FALSE (то есть он занят). В ином случае для этого адреса была выделена и впоследствии освобождена память (значение TRUE). Аналогично будет работать процедура для функции free(), её описывать не будем.

Любой инструмент должен понимать, когда он должен производить оснащение программы. Для этой цели определяют так называемые функции оснащения. В данном случае это функция Image(). Переменная Img – это образ исполняемого файла. Имена всех функций Pin начинаются с префикса: в случае образа IMG\_, в случае процедур RTN\_. При условии, что необходимая процедура находится в образе, RTN - будет валидным. После нахождения можно перейти к вставке функции анализа. Для этого будет осуществляться вызов RTN\_InsertCall(), которая в качестве первого аргумента имеет оснащаемую процедуру, второго – перечисление, которое показывает куда необходимо вставить функцию анализа и третьего – сама процедура анализа. Кроме этого нужно обязательно написать функцию завершения: она будет вызываться после завершения программы.

Скажем пару слов о функции `main()`. Сначала происходит вызов `PIN_Init`, для инициализации переменных `KNOB`. Далее – `PIN_InitSymbols()`. Она необходима загрузки таблицы символов. В `main()` необходимо также прописывать функции регистрации. И обязательно завершить функции оператором `return` (рис. 2).

```
int main(int argc, char *argv[]) {
    PIN_Init(argc, argv);
    ProgramImage = argv[6]; // предполагаем, что имя образа всегда
    находится по индексу 6
    PIN_InitSymbols();
    OutFile.open(OutFileName.Value().c_str());
    IMG_AddInstrumentFunction(Image, NULL);
    PIN_AddFiniFunction(Fini, NULL);
    PIN_StartProgram();
    return 0;
}
```

***Рисунок 2. Функция `main()`***

В итоге мы получили полноценный инструмент для динамического анализа приложений. Для полного ознакомления с особенностями его написания, а также с исходным кодом, советуем ознакомиться со статьёй Хади Браиса по приведённой ниже ссылке в списке литературы.

### **Список литературы:**

1. Инструментация — эволюция анализа – [Электронный ресурс] – <https://xakep.ru/2013/09/11/61232/>.
2. Application Instrumentation: Application Analysis with Pin – [Электронный ресурс] – <https://msdn.microsoft.com/en-us//magazine/dn818497.aspx>.

# ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА K-MEANS ДЛЯ ЭСКИЗНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ОБЪЕКТОВ

***Андросова Татьяна Евгеньевна***

*студент 4 курса, факультет информатики, Самарский национальный  
исследовательский университет им. С.П. Королёва,  
РФ, г. Самара*

***Курочкин Владислав Михайлович***

*студент 4 курса, факультет информатики, Самарский национальный  
исследовательский университет им. С.П. Королёва,  
РФ, г. Самара*

***Болдырев Артем Сергеевич***

*студент 4 курса, факультет информатики, Самарский национальный  
исследовательский университет им. С.П. Королёва,  
РФ, г. Самара*

***Чернов Роман Вячеславович***

*студент 4 курса, факультет информатики, Самарский национальный  
исследовательский университет им. С.П. Королёва,  
РФ, г. Самара*

В данной работе мы рассмотрим алгоритм кластеризации k-means, затем внесем в него некоторые изменения, чтобы он был пригоден для решения нашей практической задачи, а именно для проектирования местоположения контейнерно-накопительных пунктов на территории железнодорожных станций.

## **Понятие кластеризации**

Кластеризация – это задача разбиения множества объектов на группы, называемые кластерами. В нашем случае множеством объектов будут являться промышленные организации.

Для того, чтобы сравнивать два объекта, необходимо иметь критерий, на основании которого будет происходить сравнение. В рамках нашей задачи таким критерием будет являться расстояние между объектами.

## **Алгоритм k-means**

Наиболее распространен среди неиерархических методов алгоритм k-means. Единственным управляющим параметром является число классов, на

которые проводится разбиение  $S = (S_1, \dots, S_k)$  выборки  $X$ . В результате получается несмещенное разбиение  $S^* = (S_1^*, \dots, S_k^*)$ .

Схема алгоритма:

1. Выберем начальное разбиение  $S^0 = (S_1^0, \dots, S_k^0)$ , где  $S_i^0 = \{x_{i1}^0, \dots, x_{in}^0\}$ ,  $U_1^k S_i^0 = X$ ,  $S_i^0 \cap S_{i'}^0 = \emptyset, i \neq i'$ .

2. Пусть построено  $m$ -е разбиение  $S^m = (S_1^m, \dots, S_k^m)$ . Вычислим набор средних  $e^m = (e_1^m, \dots, e_k^m)$ , где  $e_i^m = \frac{1}{n_i} \sum_{j=1}^{n_i} X_{ij}^m$ .

3. Построим минимальное дистанционное разбиение порожаемое набором  $e^m$  возьмем его в качестве  $S^{m+1} = (S_1^{m+1}, \dots, S_k^{m+1})$ , т.е.:

$$S_1^{m+1} = \left\{ X \in X : d(X, e_1^m) = \min_{1 \leq i \leq k} d(X, e_i^m) \right\}$$

$$S_i^{m+1} = \left\{ X \in X \setminus U_1^{i-1} S_{i'}^{m+1} : d(X, e_i^m) = \min_{i \leq i' \leq k} d(X, e_{i'}^m) \right\}, 2 \leq i \leq k,$$

где:  $d(X, e) = \|X - e\|$  расстояние в  $R^p$ .

4. Если  $S^{m+1} \neq S^m$ , то переходим к п.2, заменив  $m$  на  $m+1$ , если  $S^{m+1} = S^m$ , то полагаем  $S^m = S^*$  и заканчиваем работу алгоритма.

### Валидация кластеров

Под валидацией кластеров понимают проверку их обоснованности. В контексте нашей работы это означает проверку приемлемости полученных результатов по определению мест расположения контейнерных пунктов.

Наиболее популярным является индекс Дэвиса – Болдина, который можно определить следующим образом. Охарактеризуем относительный разброс в двух кластерах как полусумму средних расстояний их элементов до центров, деленную на расстояние между центрами. Охарактеризуем разброс кластера максимальной величиной его относительного разброса (относительно других кластеров) [3, с.67].

Тогда индекс Дэвиса – Болдина – не что иное, как средний разброс кластеров [2].

$$DB = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^K \max_{i \neq j} \left\{ \frac{S_k(Q_i) + S_k(Q_j)}{S(Q_i, Q_j)} \right\},$$

где:  $K$  – количество кластеров,  $S_k$  – среднее расстояние от объектов до центра кластера,  $S(Q_i, Q_j)$  – расстояние между центрами кластеров. Чем меньше значение этого индекса, тем кластеры компактнее и удаленнее друг от друга.

Подобно индексу DB в целях нашей задачи можно в качестве критерия выбора числа кластеров рассмотреть показатель *среднее от среднего расстояние от объекта до своего центра* –  $\overline{S_k}$ , которое будет определять средние экономические затраты подвоза грузов к КП.

### Программная реализация

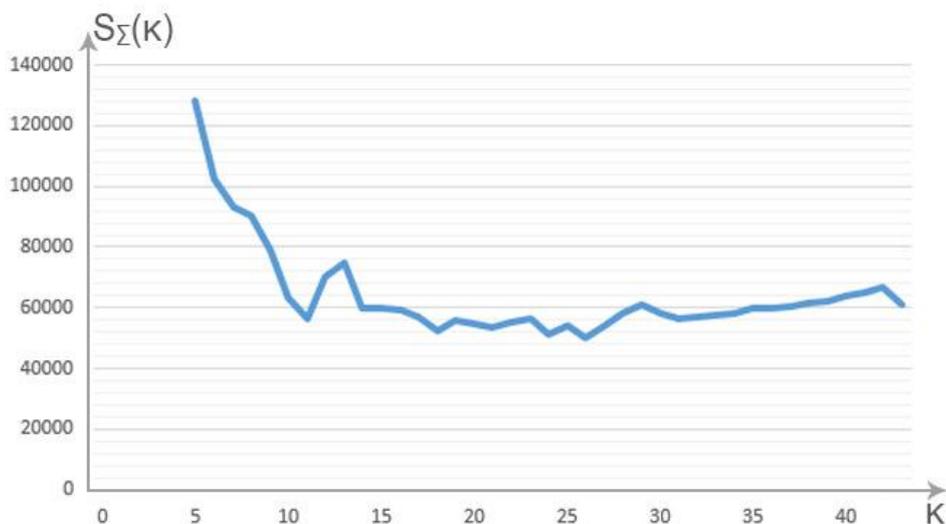
Итак, исходными данными нашей задачи являются координаты и объём производства 907 предприятий Приволжского Федерального округа, а также координаты 89 железнодорожных станций.

Запустим на выполнение программу и выберем в качестве критерия суммарное расстояние от всех точек до своих центров. Результат выполнения программы представлен на рисунке 1.



**Рисунок 1. Результат выполнения программы (критерий суммарного расстояния)**

График зависимости критерия  $S_{\Sigma}(k)$  показан на рисунке 2.



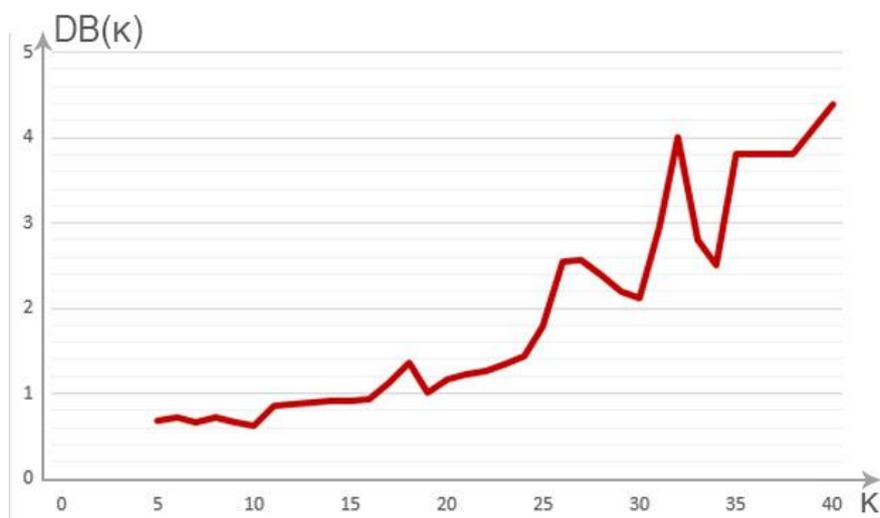
**Рисунок 2. График зависимости суммарного расстояния от количества кластеров**

Были получены следующие данные: количество кластеров – 26,  $S_{\Sigma}(26) = 50195$ .

Затем выберем в качестве критерия индекс Дэвиса-Болдина. Результат выполнения программы представлен на рисунке 3. График зависимости критерия DB показан на рисунке 2.



**Рисунок 3. Результат выполнения программы (критерий - индекс Дэвиса-Болдина)**



**Рисунок 4. График зависимости индекса Дэвиса-Болдина от количества кластеров**

Во втором случае мы получили следующие данные: количество кластеров – 10,  $DB = 0.63$ .

### **Заключение**

Итогом нашей работы стала разработка программного продукта, который может быть использован для решения практических задач, связанных с кластеризацией объектов по критерию расстояния между ними.

### **Список литературы:**

1. Айвазян С.А., Бухштабер В.М., Енюков И.С., Мешалкин Л.Д. Классификация и снижение размерности: справ. изд. – М.: Финансы и статистика, 1989. – 607 с.
2. Драган Д.Д. Исследование алгоритмов и методов интеллектуальной поддержки принятия решений – [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: [http://cad.kpi.ua/attachments/diplomas/presentations/2011\\_B\\_05\\_Dragan.pdf](http://cad.kpi.ua/attachments/diplomas/presentations/2011_B_05_Dragan.pdf) (дата обращения 15.12.2016).
3. Миркин, Б.Г. Методы кластер-анализа для поддержки принятия решений. – М.: Изд. дом Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики», 2011. – 88 с.

## РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ДЛЯ АНАЛИЗА ЗВУКОВ РЕЧИ

**Андросова Татьяна Евгеньевна**

*студент 4 курса, кафедра геоинформатики и информационной безопасности,  
Самарский университет,  
РФ, г. Самара*

**Курочкин Владислав Михайлович**

*студент 4 курса, кафедра геоинформатики и информационной безопасности,  
Самарский университет,  
РФ, г. Самара*

**Болдырев Артем Сергеевич**

*студент 4 курса, кафедра геоинформатики и информационной безопасности,  
Самарский университет,  
РФ, г. Самара*

**Чернов Роман Вячеславович**

*студент 4 курса, кафедра геоинформатики и информационной безопасности,  
Самарский университет,  
РФ, г. Самара*

### **Произношение звуков**

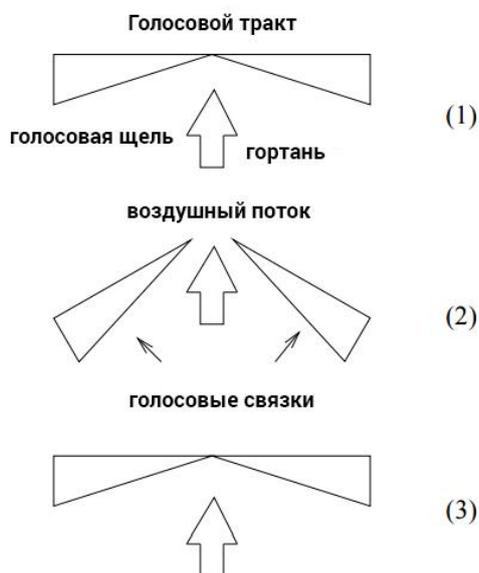
Человеческий голос начинает свой путь, когда диафрагма выталкивает воздух из легких навстречу ротовой и голосовой полостям. Воздушный поток должен пройти через орган, называемый *голосовая щель*, который можно рассматривать как ворота к *голосовому тракту* (Рис. 1). Голосовая щель определяет распределение частот в голосе, в то время как голосовой тракт (состоящий из гортани и ротовой полости) – источник энергии, распределенной по частотам. Основными компонентами голосовой щели являются голосовые связки и то, каким образом они реагирует на воздух из легких. Реакция голосовых связок позволяет различать два основных класса звуков, которые могут издавать люди. Когда голосовые связки вибрирует, звук называется гласным, иначе он называется согласным. В любом языке все слова могут быть рассмотрены как последовательность элементарных звуков, называемых фонемами, которых конечное множество. Так, для западных языков множество фонем составляет 35–40 элементов в среднем и каждая фонема либо гласная, либо согласная.



**Рисунок 1. Строение голосового аппарата**

Когда фонема произносится, голосовые связки вибрирует, следуя циклу, изображенному на Рис. 2. Когда в голосовую щель приходит воздух, возрастает разница давлений по отношению к голосовому тракту, до тех пор, пока голосовые связки не откроются, чтобы установить равновесие. Когда оно достигнуто, голосовые связки снова закрываются и этот цикл повторяется до тех пор, пока фонемы произносятся. Частота вибрации голосовые связок – индивидуальная характеристика и называется основной частотой  $F_0$ , которая вносит наибольший вклад в формирование основного тона голоса. Более того, большая часть энергии человеческого голоса распределена на так называется *формантах*, то есть звуковых компонентах, с частотами, которые являются целыми множителями основной частоты и появляются в результате резонанса голосового тракта. Обычно значение  $F_0$  находится в пределах между 60 и 300 Гц для взрослых мужчин и маленьких детей (или взрослых женщин) соответственно. Это значит, что первые 10–12 формант, на которых распределена большая часть энергии, лежат в пределах менее 4000 Гц. Этот

факт оказывается серьезное влияние на то, как устроен человеческий слуховой аппарат.

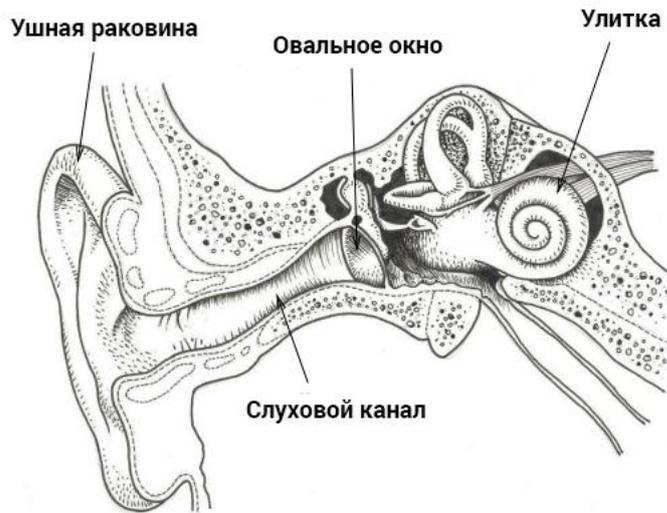


**Рисунок 2. Цикл произношения звука**

Продуцирование согласных фонем не включает в себя вибрацию голосовых связок. Следствием этого является то, что частотная характеристика согласных звуков не так хорошо определена и стабильна и их энергия, в среднем, ниже чем у гласных.

### **Восприятие звуков**

Периферийная слуховая система человека состоит из трех частей – внешнего, среднего и внутреннего уха. Внешнее ухо – ушная раковина, которую можно увидеть с двух сторон головы. Согласно недавним исследованиям роль внешнего уха важнее, чем считалось ранее, так как оно очень сильно помогает в определении источника звука. Среднее ухо состоит из звукового канала, длиной приблизительно 1.3 см, которое соединяет внешнюю среду с внутренним ухом.

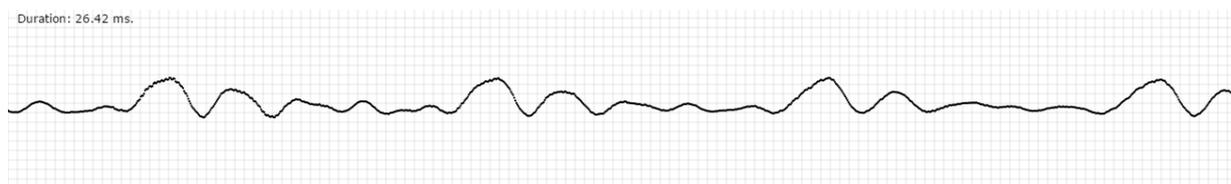


**Рисунок 3. Слуховая система человека**

Несмотря на, казалось бы, простую структуру, среднее ухо имеет два важных свойства – первое это оптимизация передачи частот между 500 и 4000 Гц, а вторая – роль согласования нагрузок по отношению ко внутреннему уху. Первое свойство важно, так как оно делает слуховую систему особенно эффективной для работы в частотах человеческого голоса, второе важно потому, что акустическое сопротивление внутреннего уха выше, чем у воздуха и все звуки просто отразились бы от его поверхности.

### **Разработка программы**

Для анализа звуков была разработана программа с графическим интерфейсом на языке JavaScript, которая выполняется в браузере. С ее помощью можно записать звуковой отрезок и динамически просматривать часть этого отрезка и его спектр.

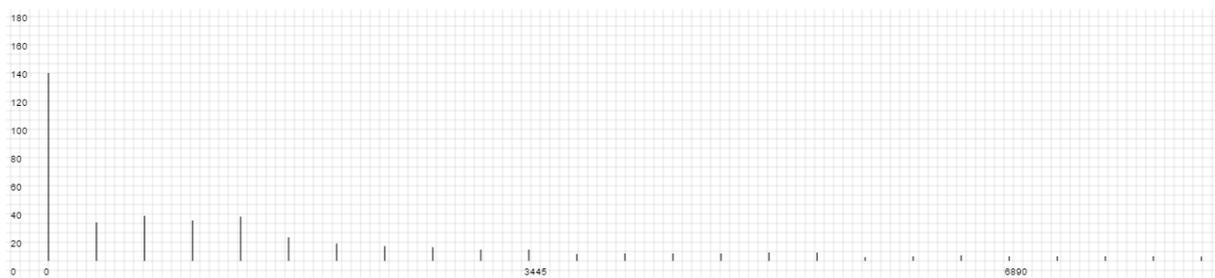


**Рисунок 4. Отрезок длительностью 26 мс. звука «А»**

Для спектрального представления используется быстрое преобразование Фурье. В программе предусмотрена возможность выбора количества отсчетов (N), которые будут браться для анализа.

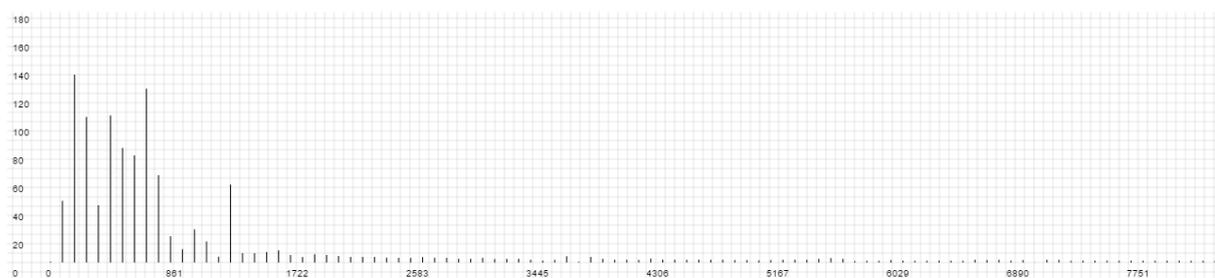
Посмотрим на спектр при различном количестве отсчетов.

$$N = 128$$



*Рисунок 5. Спектр звукового отрезка.  $N = 128$*

$$N = 512$$



*Рисунок 6. Спектр звукового отрезка.  $N = 512$*

Видно, что при увеличении количества отсчетов спектр становится более детализованным.

### **Список литературы:**

1. Camastra F., Vinciarelli A., “Machine Learning for Audio, Image and Video Analysis”, ISBN 978-1849966993, Oct. 2007.

## **ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЧИСЛА ОСТАВШИХСЯ ОШИБОК ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИ ОТЛАДКЕ НА ОСНОВЕ ГИПОТЕЗЫ ДЖЕЛИНСКОГО-МОРАНДЫ**

***Андросова Татьяна Евгеньевна***

*студент 4 курса, факультет информатики, Самарский национальный  
исследовательский университет им. С.П. Королёва,  
РФ, г. Самара*

***Курочкин Владислав Михайлович***

*студент 4 курса, факультет информатики, Самарский национальный  
исследовательский университет им. С.П. Королёва,  
РФ, г. Самара*

***Болдырев Артем Сергеевич***

*студент 4 курса, факультет информатики, Самарский национальный  
исследовательский университет им. С.П. Королёва,  
РФ, г. Самара*

***Чернов Роман Вячеславович***

*студент 4 курса, факультет информатики, Самарский национальный  
исследовательский университет им. С.П. Королёва,  
РФ, г. Самара*

В работе будет рассмотрен способ достижения ПО необходимой надежности в процессе отладки и эксплуатации, если число проявившихся ошибок, как и время их обнаружения, известно.

### **Введение**

Одним из этапов разработки программного обеспечения является отладка программы, в котором обнаруживают, локализуют и устраняют ошибки. Было бы достаточно удобно иметь модель прогнозирования надежности программного обеспечения для оценивания времени, необходимого на отладку.

ПО, часто достаточно сложное, разрабатывается различными людьми, каждый из которых отвечает за свою часть и имеет индивидуальную частоту появления ошибок. Если допустить в модели надежности наличие свободных параметров, то эти препятствия можно преодолеть.

## Краткие теоретические сведения

Модель ошибок в программном обеспечении Джелинского-Моранды гласит: ошибки ПО появляются тем чаще, чем их больше. И наоборот, чем более отлажено программное обеспечение, тем реже частота их появления.

### Математическая формулировка

$$\lambda = k \cdot (N_0 - n)$$

$\lambda$  – интенсивность проявления ошибок (средняя),

$N_0$  – начальное количество ошибок,

$n$  – количество обнаруженных ошибок,

$k$  – коэффициент пропорциональности,  $K > 0$ ,

$\Delta n_i$  – приращение количества обнаруженных ошибок на интервале  $\Delta t$ . В уравнении два неизвестных  $N_0$  и  $k$ .

$$\Delta n_i = N_0 \cdot k \cdot \Delta t \cdot e^{-Kt_i}$$

### Уравнение для нахождения коэффициента пропорциональности $k$

$$\sum_{i=1}^n (\Delta n_i \cdot t_i \cdot e^{-kt_i}) = \frac{\sum_{i=1}^n (\Delta n_i \cdot e^{-kt_i}) \cdot \sum_{i=1}^n (t_i \cdot e^{-2kt_i})}{\sum_{i=1}^n e^{-2kt_i}}$$

### Экспериментальная часть

Нами была разработана программа для определения среднего числа начального количества ошибок и среднего числа оставшихся ошибок в ПО по модели Джелинского-Моранды методом наименьших квадратов (МНК) по наблюдениям за числом проявившихся в процессе отладки ошибок и времени их обнаружения.

Проведем эксперимент. Предположим, что в течение недели производилась отладка программного обеспечения. В первый день было обнаружено 5 ошибок, во второй – 3, в третий день – 1 и в четвертый ещё 2. В следующие три дня ошибки обнаружены не были.

Определим параметры модели  $N_0$  и  $K$  численной процедурой.

$t_i$	$\Delta n_i$	$k * t_i$	$e^{-k*t_i}$	$\Delta n_i * e^{-k*t_i}$	$e^{-k*t_i^2}$	$\Delta n_i * t_i * e^{-k*t_i}$
1	5	0.348	0.706	3.529	0.498	3.529
2	3	0.697	0.498	1.495	0.248	2.990
3	1	1.045	0.352	0.352	0.124	1.055
4	2	1.393	0.248	0.497	0.062	1.986
5		1.742	0.175	0.000	0.031	0.000
6		2.090	0.124	0.000	0.015	0.000
7		2.438	0.087	0.000	0.008	0.000
Суммарные значения				5.872	0.985	9.560

**Рисунок 1. Определение параметров модели**

Получаем  $K = 0.3471$ ,  $N_0 = 21.6309$ .

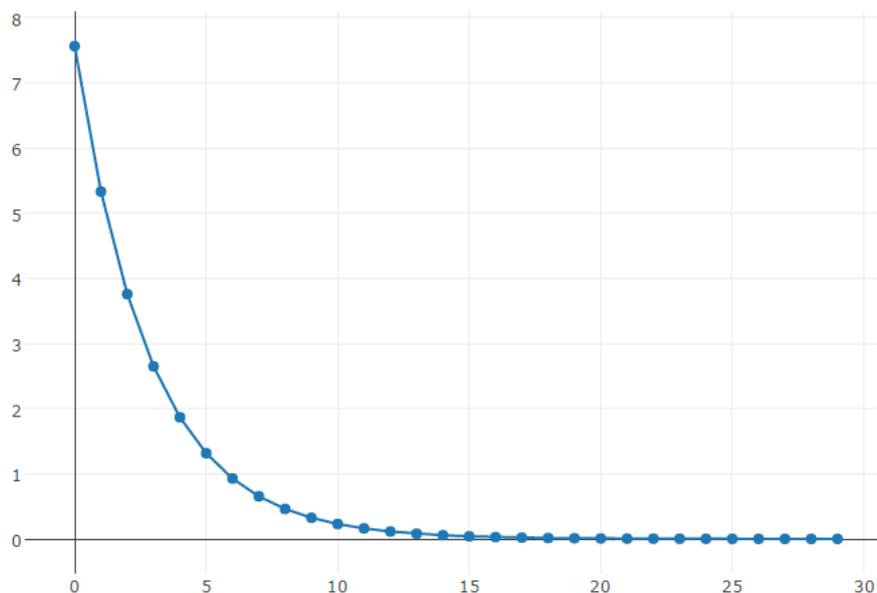
$t_i$	$\Delta n_i$	Расчетные значения	Невязки	Квадраты невязок
1	5	3.53	1.47	2.16
2	3	2.49	0.51	0.26
3	1	1.76	-0.76	0.58
4	2	1.24	0.76	0.57
5	0	0.88	-0.88	0.77
6	0	0.62	-0.62	0.38
7	0	0.44	-0.44	0.19
Суммарные значения		10.96	0.04	4.91

**Рисунок 2. Определение расчетных значений экспоненциальной аппроксимации**

Начальное количество ошибок: **21**. На момент времени  $t = 7$  ошибок осталось:  $21.69 - 5.33 - 3.76 - 2.65 - 1.87 - 1.32 - 0.93 - 0.65 = 5.12$ .

Т.к. нулевому количеству оставшихся ошибок в ПО, по условию, соответствует значение 0.0001, по данной модели отладка закончится через 29 дней. То есть через 29 дней от начала отладки вероятность отсутствия ошибок будет больше 0,999.

Построим график изменения числа обнаруженных ошибок во времени по модели надежности ПО Джелинского-Моранды (рисунок 3).



**Рисунок 3. График изменения числа обнаруженных ошибок во времени**

Применим линейную аппроксимацию к исходным данным.

$$\Delta n_i = a + b \cdot t_i$$

$$b = \frac{n \sum_{i=1}^n (t_i \cdot \Delta n_i) - \sum_{i=1}^n t_i \sum_{i=1}^n \Delta n_i}{n \sum_{i=1}^n t_i^2 - (\sum_{i=1}^n t_i)^2}$$

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta n_i - b \sum_{i=1}^n t_i}{n}$$

Расчет коэффициентов *a* и *b*:

**b: 5.14, a: -0.71**

<i>t<sub>i</sub></i>	Расчетные значения Δ <i>n<sub>i</sub></i>
	4.7143
1	3.9286
2	3.1429
3	2.3571
4	1.5714
5	0.7857
6	0.0000
7	-0.7857

**Рисунок 4. Определение расчетных значений линейной аппроксимации**

Найдены начальное число ошибок  $N_0 \approx 21.6228$  и коэффициент пропорциональности  $k \approx 0.3498$  с точностью  $\varepsilon = 0,0001$ .

На основе расчетов в ПО осталось  $\approx 5$  ошибок.

Сумма невязок равна  $-0,0000$  для линейной интерполяции (для экспоненциальной  $-0,5000$ ). Сумма квадратов невязок равна  $3.14$  для линейной интерполяции (для экспоненциальной  $4.46$ ).

В отличие от экспоненциального метода решения, на графике расчетных значений линейной интерполяции имеются отрицательные значения числа найденных ошибок, что делает невозможным прогноз после  $t=7$ .

### **Заключение**

Мы рассмотрели возможный способ контроля отлаженности программного обеспечения в процессе отладки. Была разработана соответствующая программа, которая позволяет определить среднее число начального количества ошибок и среднее число оставшихся ошибок в программном обеспечении, а также прогнозируемое время завершения отладки программного обеспечения.

### **Список литературы:**

1. Мостовой Я.А. Лекции по технологии разработки программного обеспечения. Учебное пособие. Самара. Изд ПГУТИ. ISBN 978-5-904029-45-6, 2014. – 178с.

# МЕТОДОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ ОБУЧАЮЩИХ ИГР: МЕТОД КОЛЛЕКТИВНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И МЕТОД ПОВТОРНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОВЕДЕНИЯ

*Беспятых Евгений Алексеевич*

*студент, Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет,  
РФ, г. Пермь*

## **Введение**

В данной статье рассматриваются методологии разработки обучающих игр, использование которых помогает выявлять актуальные требования на всех этапах разработки (метод коллективного проектирования), а также снизить временные и материальные затраты при разработке (повторное использование поведения).

## **Применение метода коллективного проектирования при разработке симулятора**

Симулятор (игра-тренажер) – это жанр компьютерных и видео игр, где основой геймплея является наиболее подробная имитация какого-либо действия, явления или среды (например, вождение автомобиля, управление самолетом или поездом и т.п.). Преимущество таких игр в целях обучения заключается в том, что пользователи могут тренировать навыки и умения и наблюдать последствия своих действий, не нанося урон здоровью и окружающей среде.

В данном разделе рассматривается создание симулятора для тренировки ситуационной ориентации в сфере безопасности [2]. Под ситуационной ориентацией здесь понимается способность выявлять в привычной окружающей среде необычные предметы и явления, которые могут нанести ущерб находящимся поблизости людям. Данный симулятор должен помочь сотрудникам охраны с разным опытом натренировать навыки ситуационной ориентации.

Разработка симулятора, как и разработка любого программного продукта, подчинена следующим этапам: системный анализ, проектирование игрового

процесса, реализация и тестирование. В качестве метода проектирования был избран метод коллективного проектирования (participatory design process). Под коллективным проектированием подразумевается такой подход в проектировании, когда пользователи принимают непосредственное участие в процессе разработки. В данном случае к коллективу разработчиков присоединились эксперты предметной области и конечные пользователи.

На самом первом этапе системного анализа было проведено интервьюирование экспертов предметной области, специализирующихся на тренировке сотрудников полиции и армии. В результате этого этапа был выявлен набор критериев для игрового сценария: игровое поле должно быть аутентично реальной среде работы сотрудников (г. Гаага, Голландия), игровой сценарий должен выглядеть живо и реалистично.

По выявленным критериям был построен первый прототип симулятора – виртуальная модель центра города Гаага, в которую включены типичные объекты данной области: трамваи, машины, велосипеды, растения и люди. Также в среду включены объекты, отклоняющиеся от нормы: снайпер на крыше дома, человек с ножом в руке и т.п. Цель игры – обнаружить все «ненормальные» объекты за отведенное игровое время.

Далее было проведено тестирование первого прототипа шестью профессионалами службы безопасности, которое дало следующие результаты: созданная виртуальная среда была недостаточно живой и было легко отличить нормальное поведение людей от ненормального (искомые объекты слишком очевидны), а также механизмы движения недостаточно реалистичны.

Вследствие неудовлетворительного тестирования первого прототипа было решено создать новый с помощью инструментов UDK. Второй прототип обладал лучшей живостью и реалистичностью, однако спроектированный виртуальный мир не был аутентичен реальной среде.

Далее было проведено контрольное тестирование обоих прототипов двумя группами профессионалов (в каждой группе по 8 человек). Результаты теста фиксировались следующим образом:

- в течение тестирования и после него участники заполняли опросные листы;

- в течение тестирования наблюдатели фиксировали реакцию и возникающие вопросы участников;

- после тестирования – финальный брифинг со всеми участниками тестирования, на котором они высказывали свое мнение о прототипах.

Результаты тестирования оказались следующими:

- пользователи предпочитают упражняться в присутствии инструктора или после проведения инструктажа;

- для того чтобы упражнения казались наиболее реалистичными, в течение тренировки пользователям важно общение с членами команды;

- пользователи быстро погружаются в виртуальную среду;

- для опытных профессионалов реалистичность обстановки оказалась предпочтительнее аутентичности среды.

После анализа процесса разработки и результатов были сделаны следующие выводы:

- Идея. Упражнения с помощью симулятора отмечены как отличный способ организации тренировок.

- Инструктаж. Большинство участников не были ранее знакомы с симуляторами и поэтому оценили наличие инструктажа.

- Среда. В игровой среде каждая отдельная деталь должна быть четко проработана. Для геймплея было достаточно общей городской среды, однако аутентичная среда была оценена наиболее высоко. Проектирование аутентичной среды трудоемкий и дорогой процесс, так как каждая деталь должна максимально соответствовать реальной, а несоблюдение этого требования ведет к отрицательной критике. Аутентичная среда может быть очень значима для новичков или при подготовке к работе на неизведанных территориях.

- Мотивация. Система очков в игре создает соревновательный эффект, у пользователей есть мотивация достигать лучших результатов и соревноваться друг с другом.

- Ограничения. При тренировке с помощью симулятора пользователи столкнулись с проблемой: они не могли использовать интуицию, как они делают это в своей работе. Самое большое ограничение связано с тем, что члены команды не могут общаться между собой, а это важнейший нюанс в их работе.

При разработке симулятора был использован метод коллективного проектирования. В разработке участвовали две группы пользователей: эксперты предметной области и конечные пользователи. При системном анализе были выявлены требования к симулятору, которые далее были протестированы целевой группой. Первый тест показал, что игровое пространство обладало недостаточной живостью, а двигательные механизмы были слишком медленны, и поэтому было решено построить новый прототип, используя совершенно другие инструменты разработки. И хотя второй прототип имел некоторые ограничения, прошлые замечания были учтены. Далее оба прототипа были протестированы двумя целевыми группами и были сделаны выводы.

Как показал эксперимент, метод коллективного проектирования значительно повлиял на качество разрабатываемого продукта. Участие в процессе конечных пользователей помогло выявить множество различных нюансов на стадии разработки, а значит, помогло уменьшить потери, которые могли возникнуть при обнаружении недостатков на стадии тестирования конечного продукта. Мнение экспертов предметной области было также не менее важно при формировании требований к симулятору.

### **Повторное использование поведения при разработке приложений виртуальной реальности**

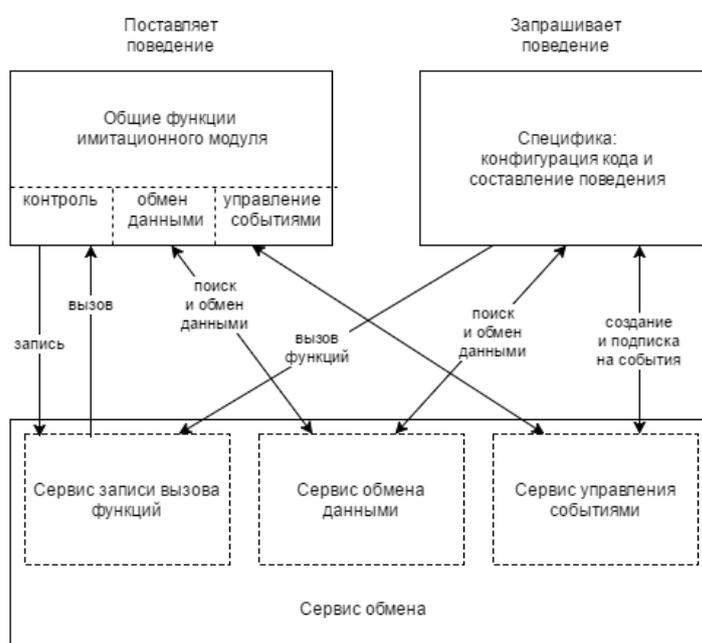
Виртуальная реальность (3D Virtual Environment) обеспечивает симуляцию 3D пространства, где пользователи могут взаимодействовать друг с другом в режиме реального времени. Приложения виртуальной реальности могут быть

применены для поддержки дистанционного обучения, воспроизведения исторических событий, имитации действий, которые невозможно продемонстрировать без компьютерных вычислений.

Под платформой виртуальной реальности будем понимать набор смоделированных объектов, управляемых поведением. Под поведением здесь понимается существенное изменение состояния в виртуальном пространстве.

В данном разделе обсуждается вопрос о том, можно ли повторно использовать поведение виртуальных объектов [1].

Принцип рассматриваемого подхода заключается в следующем: во-первых, необходимо декомпозировать виртуальное пространство на общие имитационные модули (*generic simulation modules*) и специфичные модули (*application specific modules*). Общие имитационные модули обеспечивают контроль, обмен данными и интерфейс событий, в то время как специфичные модули определяют поведение конкретных имитаций. Во-вторых, необходимо интегрировать платформу виртуальной реальности с сервисами, которые делают вышеупомянутые модули доступными для других модулей и скриптов. Подход назван «*паттерн проектирования активного контента*» (активный контент – контент виртуальной реальности; контент – статическое содержимое и динамическое, активное поведение).



**Рисунок 1. Графическое представление подхода**

Рассмотрим применение подхода на примере платформы виртуальной реальности OpenSimulation и трех входящих в неё симуляторов: Virtual Fernland, N-Body Visualization и Sort Lab.

OpenSim (OpenSimulation) – широко используемая платформа виртуальной реальности, поддерживающая мультиперспективную визуализацию. Ядро системы представляет собой множество отдельных симуляторов, составляющих интерактивное виртуальное пространство. Каждый симулятор обеспечен своим фреймворком, в котором объединены имитационные механизмы симулятора. Функционал симуляторов может быть расширен за счет дополнительных модулей, которые называются модули области (region modules).

Virtual Fernland: изначально этот симулятор был создан биологами как инструмент для имитации потока генов в популяции папоротников, в дальнейшем – для изучения принципов популяционной генетики. Система симулирует популяцию виртуальных папоротников, которые эволюционируют в ответ на естественный отбор, случайный генетический дрейф и скрещивание.

Структура Virtual Fernland включает в себя 5 имитационных модулей:

1) Модуль управления. Генерирует новые растения, которые унаследованы от других растений-родителей.

2) Модуль грунта. Каждое растение получает информацию о текущем состоянии среды из этого модуля.

3) Модуль параметров. Обеспечивает растениям наследственность и свои собственные особенности, отличные от родительских.

4) Модуль визуализации. Изменяет внешний вид растений на основе их геномов.

5) Модуль сводки. Собирает информацию, записывает её и выдает пользователю результаты о численности популяции и генетическом составе.

N-Body Visualization: симулятор солнечной системы, созданный для демонстрации силы притяжения. Был разработан для студентов. Основная идея симулятора заключается в том, что в нем можно создать солнечную систему из

планет со стабильными орбитами вокруг звезды и наблюдать эффект силы притяжения.

Структура симулятора сводится к двум составляющим:

1) набор объектов – планеты и солнце. Объекты обеспечены интерфейсом для задания параметров: массы, позиции и скорости движения;

2) фиксированная шкала времени.

Sort Lab: симулятор, созданный для наглядной демонстрации студентам классического алгоритма сортировки (быстрая сортировка): объекты – маленькие шарики – сортируются, передвигаясь по сортировочному пространству.

Его структура сводится всего к одному модулю с 4 функциями:

1) Функция для объявления параметров (количество объектов для сортировки).

2) Функция для контроля имитации сортировки (отсюда вызывается метод сортировки).

3) Функция, реализующая алгоритм быстрой сортировки.

4) Функция, обращающаяся к Сцене и изменяющая её состояние (создание/удаление объектов, изменение позиции объектов и т.д.).

Очевидно, что все три симулятора обладают «общими» поведением, которые могут быть использованы при создании других приложений виртуальной реальности. Однако существует несколько проблем, в связи с которыми повторное использование поведения трудно осуществимо:

- Поведения и объекты зачастую жестко закодированы (закодированы таким образом, что обращаться к функциям из сторонних приложений просто невозможно) и специфичны (application specific).

- Разработчики обычно не предусматривают интерфейс для повторного использования поведения, т.е. нет четкого разделения функций на общие и специфичные.

- У платформ виртуальной реальности, как правило, нет поддержки инфраструктуры для обмена и повторного использования поведения (т.е. нет библиотек).

Таким образом, при разработке приложений с похожим функционалом каждое приложение проходит одинаковые этапы разработки, и каждый раз требуется огромное количество времени и сил для создания своих имитационных модулей.

В итоге в рамках подхода было решено использовать дополнительные сервисы для хранения функций, данных и событий, которые можно будет вызывать из симуляторов платформы OpenSim. Для манипуляций с функциями была подключена библиотека ModInvoke, для обеспечения обмена данными – сервис JsonStore, а для управления событиями в OpenSim предусмотрен набор сервисов управления событиями.

После подключения дополнительных сервисов необходимо немного перестроить приложения для обеспечения повторного использования поведения.

Повторное использование поведения сортировки: во-первых, создали следующие методы: AddSortElement (добавление элементов), SotrConfig (настройка параметров) и SortControl (контроль сортировки). Далее для обеспечения повторного использования поведения необходимо следующее:

- определить пространство для сортировки. Любой объект в этом пространстве будет вызываться с помощью AddSortElement;
- настроить параметры сортировки с помощью SortConfig;
- объекты сортировки попадают в пространство сортировки путем вызова SortControl.

Таким образом, все объекты в сортируемом пространстве будут подчиняться поведению (сортировке).

Повторное использование поведения притяжения: как и в предыдущем случае, необходимо обеспечить с помощью имитационного модуля создание экземпляров объектов, набор настраиваемых функций притяжения,

динамическую временную шкалу и динамическое добавление/удаление объектов из виртуального пространства. Далее определить интерфейс данных для обмена основными параметрами. Для нормального функционирования в рамках подхода необходима свободная динамическая связь между приложением и имитационным модулем. JsonStore модуль обеспечивает средства для присваивания произвольных данных к любому объекту.

Повторное использование поведения виртуальных организмов: в соответствии с подходом, каждый имитационный модуль можно сделать более общим и использовать как библиотеку. Например, модуль параметров записывает набор генетических данных и присваивает эти параметры каждому новому объекту, так что пользователи могут изменять параметры до и даже во время работы симулятора. Благодаря системе ModInvoke модули могут использовать интерфейс обмена данными для добавления любых параметров, требуемых любыми виртуальными объектами, вне зависимости от специфики приложения. Однако этого недостаточно для обеспечения повторного использования поведения в данном случае, т.к. помимо модулей важную роль в управлении имитацией играют тысячи пользователей, создающих объекты. Для того чтобы объекты качественно взаимодействовали в виртуальном пространстве, необходимо:

- определить эволюционное пространство, где создаваемые объекты будут становиться виртуальными организмами;
- настроить поведение организмов: задать жизненный цикл, генетическую расположенность и взаимоотношения с другими типами объектов;
- отправить объекты в эволюционное пространство и позволить им начать взаимодействовать друг с другом.

В итоге мы можем наблюдать, что повторное использование поведения в приложениях виртуальной реальности действительно возможно благодаря небольшой реструктуризации приложения. Данный подход помогает снизить время разработки и уменьшить трудовые затраты.

## **Заключение**

Таким образом, мы смогли убедиться, что привлечение пользователей в процесс разработки программы способствует наиболее точному отражению требований и в итоге более качественному и полезному с точки зрения пользователя конечному приложению. Также был сделан вывод о том, что в приложениях виртуальной реальности можно спроектировать структуру кода так, чтобы была возможность повторно использовать поведение, что приводит к сокращению времени дальнейших разработок.

## **Список литературы:**

1. Lui H., Bowman M., Duffy A., Hunt W. Enabling Behavior Reuse In Development Of Virtual Environment Applications. Proceedings of the 2012 Winter Simulation Conference. 1621–1632 с. 2012.
2. Verbraeck A., Lukosch H., Ruijven T. The Participatory Design of a Simulation Training Game. Proceedings of the 2012 Winter Simulation Conference. 1600–1610 с. 2012.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧЁТНОСТИ-НЕЧЁТНОСТИ КОДА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СКА MAPLE

***Борисенко Ирина Владимировна***

*студент Ставропольского государственного педагогического института,  
РФ, г. Ставрополь*

***Поправко Ксения Михайловна***

*студент Ставропольского государственного педагогического института,  
РФ, г. Ставрополь*

***Оленев Александр Анатольевич***

*научный руководитель, доц. кафедры математики и информатики,  
Ставропольского государственного педагогического института,  
РФ, г. Ставрополь*

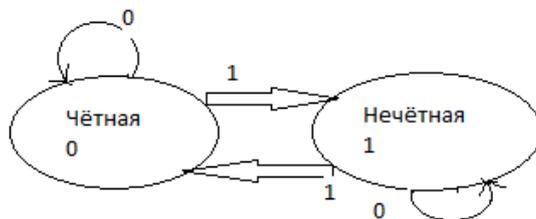
Метод контроля кодов по признакам чётности или нечётности получил наиболее широкое применение в вычислительной технике. Проверка на чётность – это наиболее упрощенный метод обнаружения ошибок в памяти, что значит без возможности их восстановления. Для этого приёма производится суммирование величин по модулю два, которые присутствуют в контролируемом коде. Вместе с передаваемым кодом отправляется один контрольный разряд. Его значение (1 или 0) выбирается с тем условием, чтобы сумма цифр в передаваемом коде по модулю два была равна 0 для случая чётности и 1 для случая нечётности кода в целом. При кодировании такого рода допускается возможность возникновения однократной ошибки [2]. Признаком отсутствия искажений в процессе приёма-передачи является значение контрольного числа по методу проверки на чётность равное нулю.

Любой байт данных связан с одним битом чётности или так называемым паритетным битом. Этот бит устанавливается во время записи, и затем рассчитывается и сравнивается во время чтения. Изменение состояния этого бита говорит о возникшей ошибке. Этот метод ограничен установлением изменения состояния одиночного бита в байте. В случае изменения состояния двух битов, вытекает ситуация, когда вычисление паритетного бита совпадет с

записанным битом. В данной ситуации система не обнаружит ошибку, и произойдет остановка системы.

Наиболее простой способ кодирования двоичного сообщения для обнаружения ошибок заключается в подсчете числа 1 в сообщении и добавлении ещё одного двоичного символа. Это необходимо для того, чтобы во всем сообщении содержалось чётное число единиц. Таким образом, к  $(n-1)$  символам сообщения добавляется  $n$ -ая позиция для проверки на чётность. На приёмном конце совершается подсчёт числа 1, и нечётное число 1 во всех  $n$  позициях указывает на появление, хотя бы, одной ошибки. Вероятность двойной ошибки приблизительно равна половине квадрата одиночной ошибки. Поэтому оптимальная длина проверяемого сообщения зависит как от требуемого уровня надежности (вероятности того, что двойная ошибка останется незамеченной), так и от вероятности единичной ошибки на любой позиции. На практике удобнее принять проверку на нечётность для того, чтобы сообщение, состоящее из всех нулей, не являлось верным [2].

Для вычисления чётности последовательности, состоящей из нулей и единиц, можно использовать конечный автомат с двумя состояниями (рис.1). Автомат начинает работу в состоянии 0 и меняет его при появлении в сообщении каждой 1. Состояние автомата на выходе сообщения выдает окончательную чётность.



**Рисунок 1. Автомат для вычисления чётности**

**Целью** данной работы является написание программы для демонстрации проверки кода на чётность или нечётность, с помощью программного продукта системы компьютерной алгебры (CAS) Maple [1].

**Объект исследования:** проверка кода букв на чётность или нечётность.

**Задачи исследования:**

1. Проанализировать литературу по данному вопросу;

2. Разработать программу проверки буквы на чётность или нечётность, с помощью программного продукта (CAS) Maple.

**Методологическую основу исследования** составляет литература о методе контроля кодов по признаку чётности или нечётности.

**Методы исследования.** При решении поставленной задачи был проведён анализ литературы по проблеме исследования для разработки программы проверки кода на чётность или нечётность в CAS Maple.

**База исследования:** Ставропольский государственный педагогический институт города Ставрополя.

**Теоретическая значимость исследования** заключается в анализе изученного материала метода контроля кодов по признаку четности или нечетности.

**Практическая значимость исследования.** Благодаря проделанной работе было создано программное обеспечение, для проверки кода на признак чётности или нечётности, использование которого необходимо в дальнейших исследованиях.

**Описание разработки.** Для написания программы была выбрана среда разработки (CAS) Maple 2014.

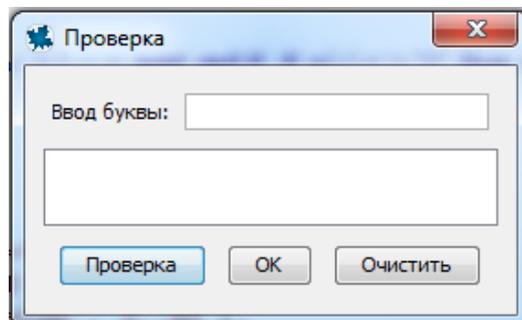
**Применение программы: ее назначение и условие.** Разработанная в (CAS) Maple программа предназначена для перевода букв в код, а затем проверки данного кода на чётность или нечётность.

**Входные и выходные данные.** Входными данными служит поступающая информация, которой необходима проверка.

**Перечень выходных данных.** На экран выводится код, младший разряд которого указывает на чётность или нечётность кода.

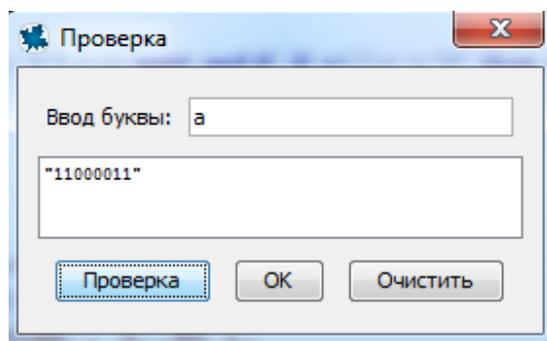
## Алгоритм.

При запуске программы появляется форма с текстовыми полями и управляющими действиями пользователя кнопки (рис.2).



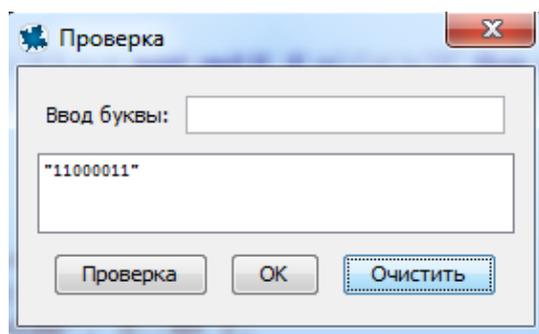
**Рисунок 2. Вид формы**

Если необходимо проверить код буквы на чётность или нечётность, то её вводят в поле с надписью «Буква», затем нажимают кнопку «Проверить» (рис.3). Происходит автоматический вывод буквы в двоичном виде, в котором последний разряд указывает на то, является код чётным или нечётным [4].



**Рисунок 3. Проверка кода на чётность или нечётность**

При нажатии на кнопку «Очистить» в поле с надписью «Буква» будет произведено удаление символов (рис. 4).



*Рисунок 4. Удаление данных*

При нажатии кнопки «ОК» программа закрывается.

**Заключение.** В качестве результата данной работы выступает достижение поставленной цели, а именно написание программы для демонстрации проверки кода на чётность или нечётность, с помощью программного продукта системы компьютерной алгебры (CAS) Maple. Чётность или нечётность широко применяется для контроля записи, считывания информации в запоминающих устройствах на магнитных носителях, а также при выполнении арифметических операций [3].

### **Список литературы:**

1. Говорухин В.И. Введение в Maple. Математический пакет для всех / В.Н. Говорухин, В.Г. Цибулин. – М.: Мир, 1997. – 208 с.
2. Журнал миф-2 №1 за 2003 год.
3. Красильников В.В., Оленев А.А., Тоискин В.С., Тынчеров К.Т. Простейшие криптографические преобразования в среде MAPLE.
4. Малиатаки В.В., Медведева Л.М., Оленев А.А. Совершенствование математической подготовки учителя в вузе на основе использования СКА Maple. – Сборник научных трудов, Актуальные вопросы инженерного образования – 2015.-2015, ООО «Издательский центр «АРКАИМ», С. 164–171.
5. Оленев А.А., Сагдеев К.М. Абстрактная и компьютерная алгебра. Часть 1. Абстрактная алгебра в Maple. – учеб.-метод, пособие: Ставрополь, ООО «Бюро Новостей», 2014. – 112 с.
6. Пацей Н. В. Исследование корректирующей способности конструкций двоичных кодов с низкой плотностью проверок на четность, основанных на матрицах перестановок // Труды БГТУ. 2014. № 6: Физ.-мат. науки и информатика. С. 113–115.

## ИССЛЕДОВАНИЕ АЧХ И ФЧХ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПОРЯДКА ФИЛЬТРА ЧЕБЫШЕВА

*Весёлин Дмитрий Игоревич*

*студент, Белгородский государственный национальный  
исследовательский университет,  
РФ, г.Белгород*

Электрическим фильтром называется устройство, предназначенное для пропускания сигналов, частоты которых лежат в заданном диапазоне. Первая из полос представляет собой полосу пропускания, а вторая – полосу задерживания. Эффективность фильтра тем выше, чем ярче выражены его фильтрующие свойства, т.е. чем больше возрастает затухание в полосе задерживания [3, с. 14].

В большинстве реализаций фильтров самым главным фактором является то, что неравномерность характеристики в полосе пропускания не должна достигать некоторой определенной величины. Фильтр Чебышева отвечает этому критерию, при этом допускается некоторая неравномерность характеристики во всей полосе пропускания, но при этом сильно увеличивается острота ее излома [2, с. 161].

Амплитудно-частотная характеристика этого фильтра задается следующим соотношением:  $U_{\text{вых}}/U_{\text{вх}} = 1/[1 + \varepsilon^2 C_n^2(f/f_c)]^{1/2}$ , где  $C_n$  – полином Чебышева первого рода степени  $n$ , а  $\varepsilon$  – константа, определяющая неравномерность характеристики в полосе пропускания [1, с. 23].

Для моделирования были выбраны фильтры нижних частот с характеристикой Чебышева 4-го и 5-го порядка.

Для того чтобы рассчитать значения элементов фильтра необходимо в схеме-прототипе, представленной на рисунке 1 каждую индуктивность – прототип  $\alpha_1, \alpha_3, \alpha_5$  заменить на реальную емкость  $C = \alpha_i / 2\pi f$ , где  $f$  — частота среза фильтра нижних частот; а каждую емкость-прототип заменить на реальную индуктивность  $L = \alpha_i / 2\pi f$ . Прототипы емкости и индуктивности представлены в таблице 1 [3, с. 83].

Таблица 1.

Значения нормированных параметров

Порядок фильтров	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$\alpha_5$
4	4.5699	0.5428	5.3680	0.3406	-
5	2.1349	1.0911	3.0009	1.0911	2.1349

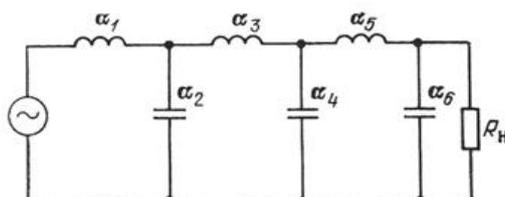


Рисунок 1. Схема – прототип

Сопротивление нагрузки  $R_n$  было выбрано 7 Ом. Частота среза – 5 кГц. В результате расчетов были получены схемы (рисунки 2 и 3) и значения элементов (таблица 2).

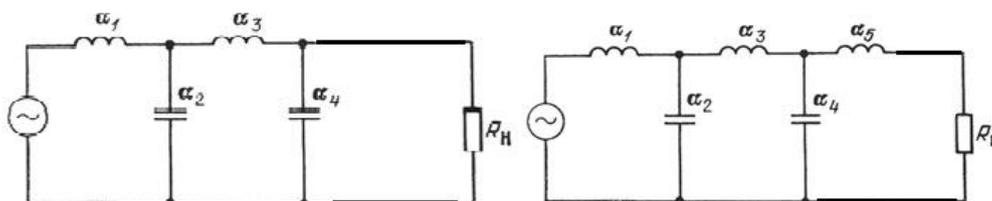


Рисунок 2. Схема ФНЧ 4-го порядка

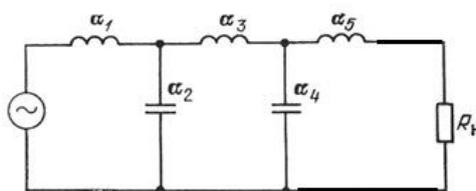


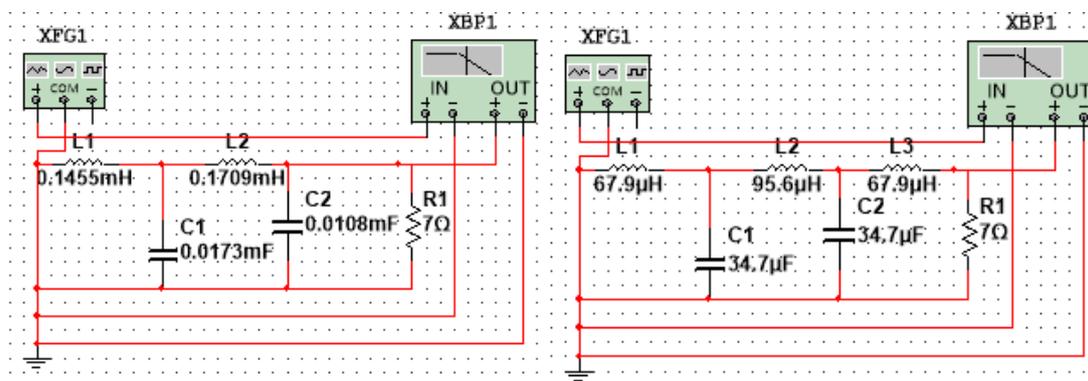
Рисунок 3. Схема ФНЧ 5-го порядка

Таблица 2.

Рассчитанные значения элементов

Порядок фильтра	$C_1, \text{мкФ}$	$C_2, \text{мкФ}$	$C_3, \text{мкФ}$	$L_1, \text{мкГн}$	$L_2, \text{мкГн}$
4	145.5	170.9	-	17.3	10.8
5	67.9	95.6	67.9	34.7	34.7

Для моделирования работы фильтра была использована программная среда Multisim. Скриншоты собранных схем показаны на рисунке 4.



**Рисунок 4. Скриншоты схем фильтра нижних частот 4-го, 5-го порядков**

Данные модели позволяют оценить качество работы рассчитанных фильтров нижних частот, составив таблицу входных и выходных значений, а также по этим данным можно построить графики АЧХ и ФЧХ.

Для того чтобы зафиксировать значения для построения графиков АЧХ и ФЧХ используется плоттер Боде. Результаты измерений представлены в таблицах 3–4.

**Таблица 3.**

**Результат измерений АЧХ фильтра 4-го порядка**

f, кГц	1	2	3	4	5	6	7	8	9
a <sub>4</sub> , Дб	1.74	6.32	3.06	0.82	4.19	-8.73	-18.74	-23.82	-30.22
a <sub>5</sub> , Дб	2.87	12.51	0.95	0.08	-0.07	-15.41	-24.14	-31.42	-35.63

**Окончание таблицы 3**

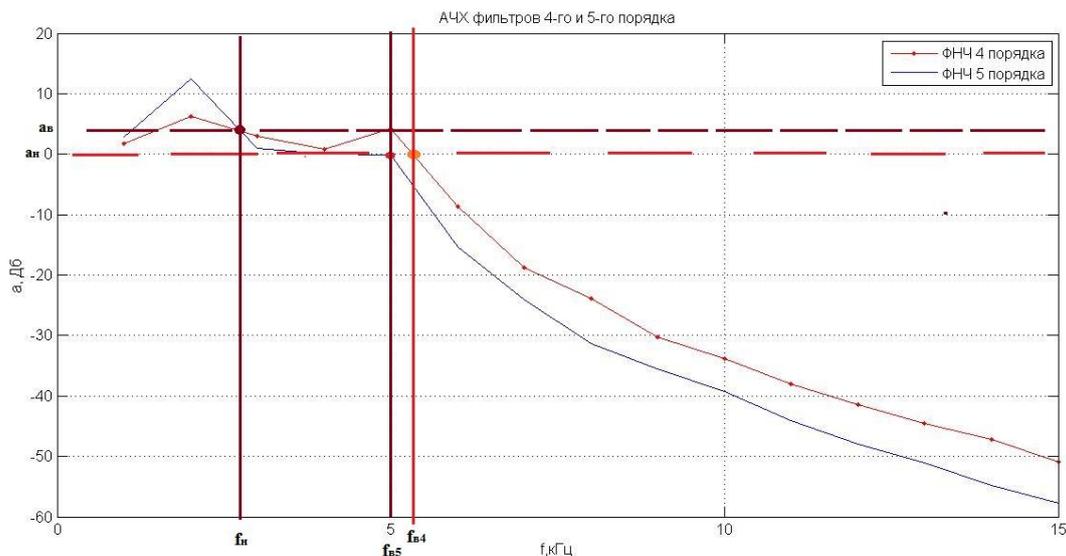
f, кГц	10	11	12	13	14	15
a <sub>4</sub> , Дб	-33.82	-38.42	-41.44	-44.47	-47.16	-50.97
a <sub>5</sub> , Дб	-39.22	-44.14	-48.53	-51.42	-54.87	-57.73

**Таблица 4.**

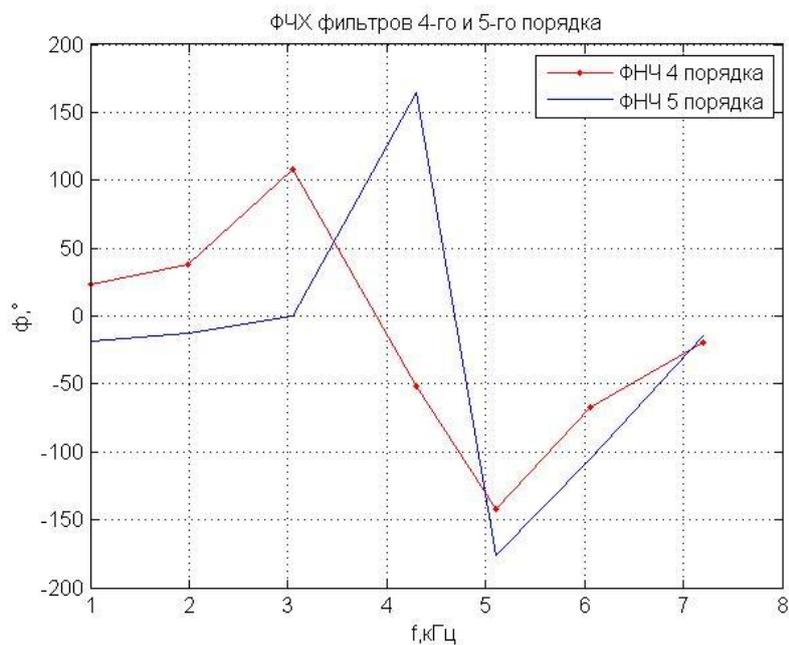
**Результат измерений ФЧХ фильтра 4-го порядка**

f, кГц	1	1.99	3.05	4.31	5.12	6.06	7.19
φ <sub>4</sub> , °	-19.17	-67.08	-141.91	-52.03	107.79	37.72	23.73
φ <sub>5</sub> , °	-14.61	-105.47	-176.51	164.91	0.03	-12.26	-18.39

По таблицам 3–4 были построены графики сравнения АЧХ и ФЧХ:



**Рисунок 5. Сравнительный график АЧХ фильтров**



**Рисунок 6. Сравнительный график ФЧХ фильтров**

Для сравнения графиков АЧХ были выбраны 2 точки:  $a_n = 0$  дБ и  $a_b = 4$  дБ. Затем на пересечении графика и выбранных точек определены  $f_n$ ,  $f_{b4}$  и  $f_{b5}$ . Как видно из рисунка 9, переходная полоса фильтра 4-го порядка равна 2,75 кГц, а для фильтра 5-го порядка равна 2,5 кГц. Чем меньше значение переходной

полосы – тем фильтр работает точнее. В данном случае ФНЧ 5-го порядка ненамного превосходит в работе ФНЧ 4-го порядка.

Из рисунка видно, что полоса пропускания становится более нелинейной при увеличении порядка фильтра. Обусловлено это колебательным видом АЧХ.

Можно сделать выводы о том, что:

1) ФЧХ фильтров Чебышева высокого порядка хуже ФЧХ фильтров низкого порядка.

2) Чем выше порядок фильтров Чебышева, тем лучше их АЧХ.

3) Более высокий порядок фильтра усложняет схемную реализацию и вследствие этого повышает стоимость.

Таким образом, важен выбор минимально необходимого порядка фильтра, удовлетворяющего заданным требованиям и задачам.

### **Список литературы:**

1. Двинских В.А., Олейник Н.Г. Расчет линейных пассивных фильтров с сосредоточенными параметрами. [текст] / – Саратов: 1983. – 52 с.
2. Знаменский А.Е., Теплюк И.Н. Активные РС – фильтры. [текст] / – М.: Связь, 1970. – 278 с.
3. Ханзел Г.Е. Справочник по расчету фильтров [текст] / Г.Е. Ханзел; пер. с англ. Под ред. А.Е. Знаменского. – М.: Сов. радио, 1974. – 288 с

# **ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ СОЛНЕЧНОЙ ПАНЕЛИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СИСТЕМЫ СЛЕЖЕНИЯ ЗА СОЛНЦЕМ**

***Воротынцев Денис Владимирович***

*магистрант, НИУ МЭИ,  
РФ, г. Москва*

***Ануфриев Олег Викторович***

*магистрант, НИУ МЭИ,  
РФ, г. Москва*

***Стеценко Константин Петрович***

*магистрант, НИУ МЭИ,  
РФ, г. Москва*

***Теряев Ростислав Эдуардович***

*магистрант, НИУ МЭИ,  
РФ, г. Москва*

***Васьков Алексей Геннадьевич***

*научный руководитель, доц. НИУ МЭИ,  
РФ, г. Москва*

В данной работе рассмотрен алгоритм оптимизации работы солнечной панели при использовании системы слежения за Солнцем. Приведены алгоритмы работы устройства и результаты полевых испытаний разработанной системы. В заключении делается вывод о рациональности применения систем слежения за Солнцем.

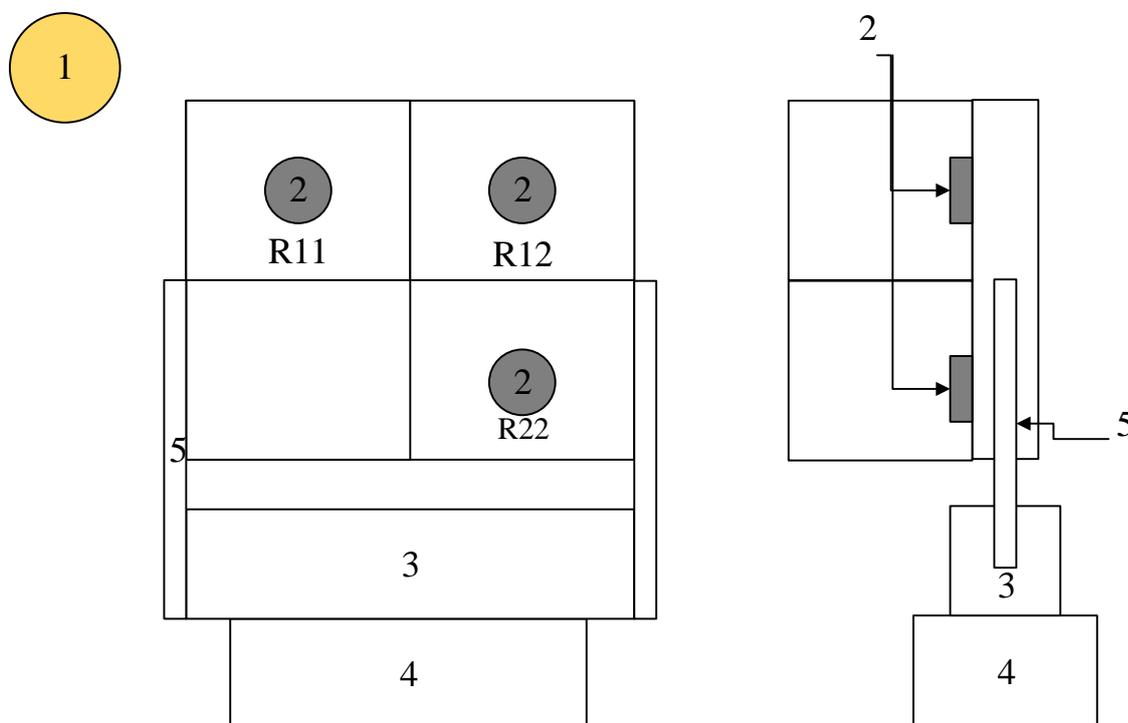
## **I. Введение**

Цель оптимизации работы солнечной панели состоит в увеличении выработки электрической энергии. Возможные способы оптимизации работы солнечной панели – это слежения за точкой максимальной мощности, то есть «подбор» инвертором такого сопротивления, при котором выработанная мощность максимальна. Второй способ оптимизации – установка солнечной панели в оптимальное положение. В большинстве солнечных станций солнечные панели устанавливаются в фиксированное положение (угол наклона и азимут) из условия максимизации годовой выработки. Однако, при использовании экономичных систем слежения за Солнцем, работающих по

заданному календарному графику можно добиться существенного увеличения выработанной электроэнергии (особенно в период рассвета и часы перед закатом Солнца). В данной работе был разработан алгоритм оптимизации работы солнечной панели при использовании такой системы.

## II. Описание алгоритма оптимизации положения солнечной панели

В данной работе был создан комбинированный двусосный активный трекер, состоящий из Arduino Mega, двух сервомоторов, трех фоторезисторов и солнечной панели номинальной мощностью 2 Вт.



**Рисунок 1.** *Схема двусосного активного трекера, следящего за самой яркой точкой на небосводе. Обозначения: 1 – источник света, 2 – фоторезисторы, 3 – сервомотор (изменение угла наклона), 4 – сервомотор (изменение азимута), 5 – крепления*

Разработанный трекер работал в четырех режимах:

1. Горизонтальное положение приемной площадки (далее – ПП).
2. Оптимальный годовой угол ПП.
3. Работа по заданному календарному графику.
4. Поиск наиболее яркой точки на небосводе.

Это было сделано для того, чтобы провести сравнение вырабатываемой солнечной панелью мощности при использовании различных систем слежения за Солнцем и при установке в оптимальное годовое положение.

В начале работы трекер устанавливается в положение при котором азимут ПП равняется 180 градусам (направление на юг), угол наклона – 0 градусов. Такое положение соответствует горизонтальной площадке.

После каждого изменения положения трекера производится десятисекундная задержка, необходимая для стабилизации показаний приборов, и измеряется мощность, вырабатываемая солнечной панелью. Для этого к солнечной панели последовательно были подключены два резистора номиналом 22 и 47 Ом (суммарное сопротивление - 69 Ом - находится близко к точке максимального КПД применяемой солнечной панели). К резистору номиналом 22 Ом подключен вольтметр. Показания вольтметра снимаются каждые 10 секунд в течении 30 секунд, затем усредняются. Вырабатываемая мощность может быть найдена по формуле:

$$P = \left(\frac{U_v}{22}\right)^2 * (22 + 47)$$

где:  $U_v$  – усредненное показание вольтметра.

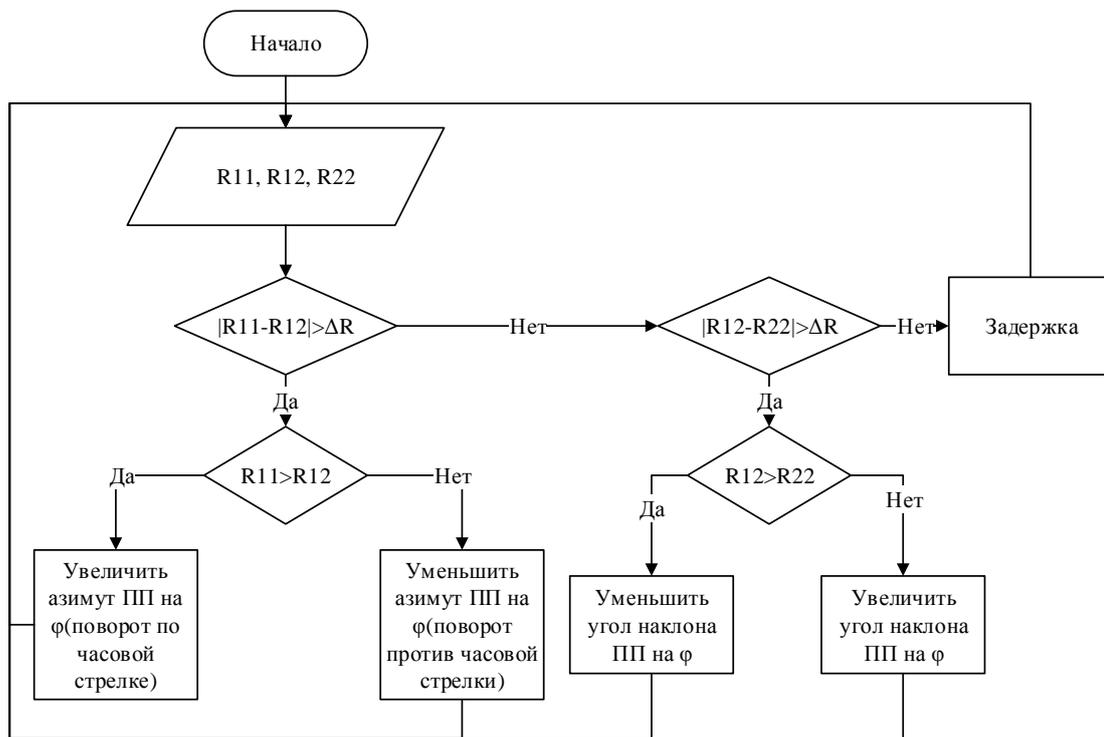
После этого при помощи встроенной функции Ардуино, определяется текущее время и, на основании этой информации, по сохраненному массиву положений Солнца, определяется оптимальный угол наклона и азимут ПП (работа трекера по заданному календарному графику):

$$\beta_{пп} = 90^\circ - a_c$$

$$A_{пп} = A_c$$

где:  $\beta_{пп}$  – угол наклона приемной площадки,  $a_c$  – высота Солнца,  $A_{пп}$  и  $A_c$  – азимут ПП и Солнца соответственно.

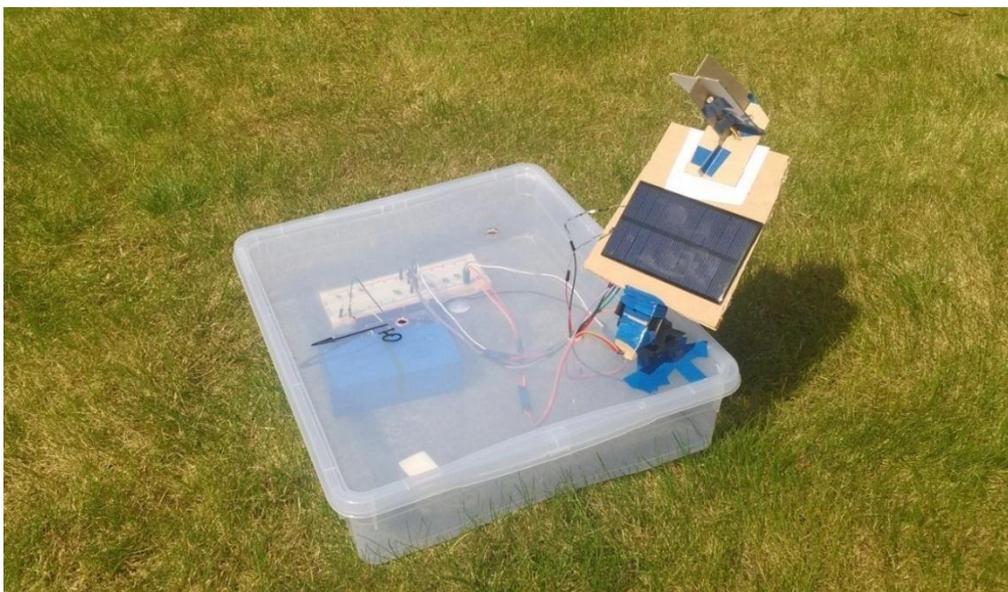
Затем производится корректировка положения ПП при помощи алгоритма поиска наиболее яркой точке на небосводе. Угол  $\varphi$  и  $\Delta R$  задаются пользователем. В данной работе  $\varphi = 5^\circ$ ,  $\Delta R = 0,1 * R_{12}$ .



**Рисунок 2. Алгоритм поиска наиболее яркой точки на небосводе**

После этого трекер устанавливается в оптимальное годовое положение для Москвы – угол наклона 50 градусов, азимут – 180 градусов.

Вся полученная информация (азимут, угол наклона для каждого измерения и вырабатываемая мощность при различных положениях ПП) отправляется через интернет соединение на сервер для дальнейшей обработки. Измерения производились каждый час.

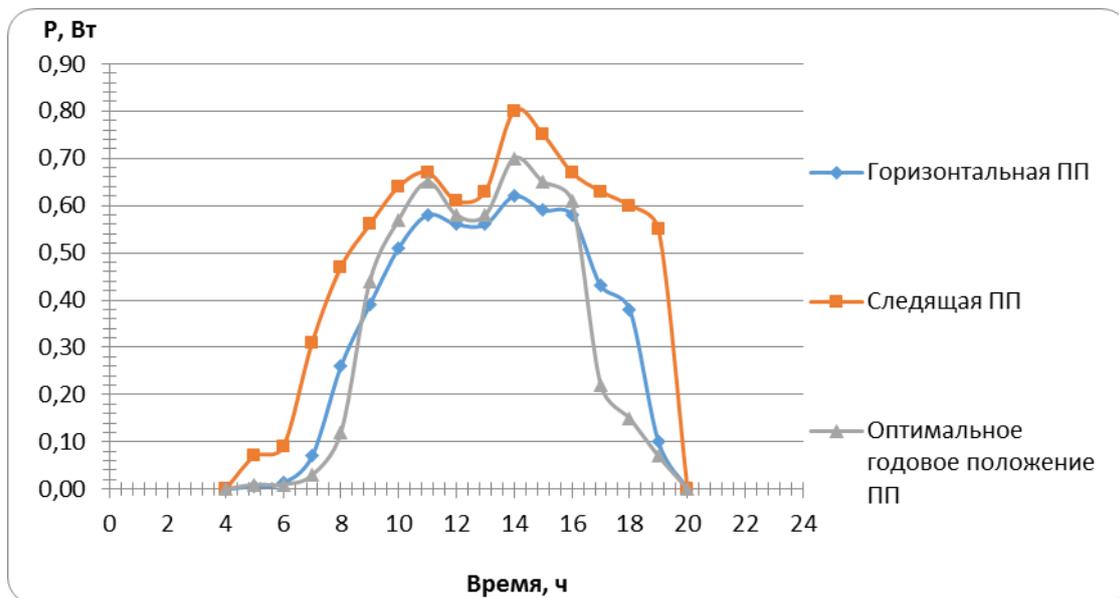


**Рисунок 3. Разработанная система**

### III. Полученные результаты.

Трекер был испытан 8 мая 2016 года в Московской области в условиях значительной облачности.

Система поиска наиболее яркой точки на небосводе не изменяла положения ПП по сравнению с заданным календарным графиком (выработанная при этом мощность так же не отличалась). Это можно объяснить малой точностью фоторезисторов и большим выбранным  $\Delta R$ .



**Рисунок 4. Выработанная мощность в течении световых суток**

Для полноценной оценки эффективности работы трекера необходимо провести серию экспериментов при различных погодных условиях, но пока что на основании проведенного опыта можно сделать несколько выводов:

1. Система слежения за Солнцем увеличивает вырабатываемую мощность солнечной батареи. В данном случае, в условии значительной облачности, прирост выработки по сравнению с годовым оптимальным углом составил 49%, что согласуется с теоретическим расчетом для данного месяца.

2. Наибольший прирост выработки при использовании трекера наблюдается в утренние и вечерние часы (с 5 до 9 и с 16 до 19 часов), что соответствует периоду утренних и вечерних пиков нагрузки в большинстве энергосистемы.

#### **IV. Вывод.**

Системы слежения за Солнцем могут увеличивать выработку солнечных панелей на 30–40%, что было продемонстрировано на практике в условиях данного эксперимента. Однако, рациональность использования подобных систем должна быть доказана с экономической точки зрения. В анализе должны быть учтены множество факторов, таких как потребляемая сервомоторами мощность, амортизационные издержки на оборудование и затраты на эксплуатацию. Только после детального анализа можно делать вывод о выгодности применения трекров в данных условиях.

#### **Список литературы:**

1. A review of principle and sun-tracking methods for maximizing solar systems output. Hossein Mousazadeh, Alireza Keyhani, Arzhang Javadi, Hossein Mobli, Karen Abrinia , Ahmad Sharifi, 2009.
2. Tracstar. Should you install a solar tracker? 2007. <http://www.helmholz.us / smallpowersystems>.

## СОЗДАНИЕ МУЛЬТИФУНКЦИОНАЛЬНОГО ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ВЭУ

**Воротынцев Денис Владимирович**

*магистрант, НИУ МЭИ,  
РФ, г. Москва*

**Ануфриев Олег Викторович**

*магистрант, НИУ МЭИ,  
РФ, г. Москва*

**Стеценко Константин Петрович**

*магистрант, НИУ МЭИ,  
РФ, г. Москва*

**Теряев Ростислав Эдуардович**

*магистрант, НИУ МЭИ,  
РФ, г. Москва*

**Васьков Алексей Геннадьевич**

*научный руководитель, доц. НИУ МЭИ,  
РФ, г. Москва*

В данной работе студентами НИУ МЭИ была разработана настольная аэродинамическая труба для проведения лабораторных занятий на кафедре ГВИЭ и изучения характеристик модельных ветрогенераторов. Полученная модель обладает лучшими качествами по сравнению с используемой ранее.

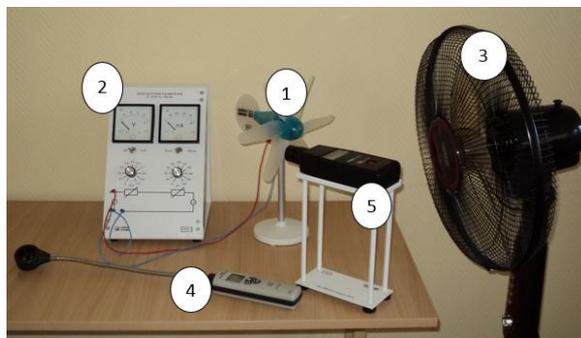
### 1. Описание лабораторного стенда «Натурная модель ВЭУ».

Комплект типового лабораторного оборудования «Нетрадиционная электроэнергетика – Натурная модель ветроэлектродгенератора» НЭЭ2- ВЭГ-Н-Р предназначен для проведения лабораторно-практических занятий по дисциплинам «Проектирование и эксплуатация СЭС и ВЭС» и «Возобновляемые источники энергии». Лабораторный стенд позволяет получать основные механические рабочие характеристики ветроэлектрической установки наглядным способом на натурной модели ВЭУ.

Лабораторный стенд состоит из следующих элементов и блоков (рис. 1):

1. Ветроэлектродгенератор (поз. 1 на рис. 1);
2. Блок нагрузки и измерения (поз. 2 на рис. 1);

3. Вентилятор напольный (поз. 3 на рис. 1);
4. Анемометр (поз. 4 на рис. 1);
5. Тахометр на подставке (поз. 5 на рис. 1).



**Рисунок 1. Внешний вид лабораторного стенда «Натурная модель ВЭУ»**

Вентилятор напольный предназначен для создания ветрового потока заданной скорости. Регулирование скорости ветрового потока осуществляется переключением скорости вращения вентилятора и изменением расстояния между вентилятором и ветроэлектрогенератором. Блок нагрузки и измерения предназначен для моделирования нагрузки и измерения режимных параметров ветроэлектрогенератора. Технические характеристики блока нагрузки и измерения приведены в табл. 1.

**Таблица 1.**

**Технические характеристики блока нагрузки и измерения**

<b>Нагрузка</b>	Напряжение, В не более	10
	Ток, мА, не более	100
	Сопротивление нагрузки, Ом	0...1200
<b>Измеряемые параметры</b>	Напряжение постоянного тока, В	0...10
	Постоянный ток, мА	0...100

Анемометр позволяет измерять скорость ветрового потока в диапазоне 0...30 м/с. Тахометр имеет предел измерений 0 ... 10000 м/с [1].

2. В процессе использования лабораторного стенда по изучению характеристик натурной модели ветроэлектрической установки был выявлен ряд проблем, которые было необходимо решить в данной работе:

а) Неравномерность ветрового потока по скоростям в пространстве и времени, вызванные несовершенством напольного вентилятора. В связи с этим получаем неравномерное поле скоростей и непостоянные характеристики ВЭУ;

б) Турбулентные и встречные потоки, вызванные наличием помех;

с) Недостаточность регулировочного диапазона скоростей воздушного потока (3 фиксированные скорости вращения вентилятора) для максимального использования возможностей стенда.

Актуальность данной работы состоит в том, что в связи с несовершенством, возможности лабораторного стенда ограничены, а выполнение работы требует избегать многих факторов, негативно влияющих на результаты измерений.

3. Основной задачей при проектировании настольной аэродинамической трубы являлась стабилизация ветрового потока при условии сохранения мобильности и простоты конструкции стенда.

При поиске оптимальной конструкции аэродинамической трубы были изучены и проработаны разные варианты исполнения.

Так, были изучены возможности создания:

а) Полуцилиндрической трубы, с жесткими стенками;

б) Цилиндрической трубы большого радиуса, который и был выбран в качестве основы для прототипа.

- Основой для цилиндрической трубы прототипа был взят листовой поликарбонат.

- Диаметр трубы (450 мм) был выбран исходя из размеров натурной модели трёхлопастного ветроэлектрогенератора.

- Длина трубы (1 м) была выбрана на основании проведенных ранее опытов, где выбиралось расстояние от вентилятора до оси ветроэлектрогенератора для оптимизации заданной скорости ветрового потока.

- Труба установлена на двух опорах, обеспечивающих устойчивость конструкции.

- В ходе тестовых испытаний было выяснено, что имеющийся напольный вентилятор (60 Вт) не мог обеспечить стабильности ветрового потока и постоянной скорости вращения ветроэлектрогенератора. Для обеспечения более стабильного потока был выбран новый вентилятор под заданные размеры, мощностью 120 Вт.

- Для расширения регулировочного диапазона и плавной регулировки скорости воздушного потока был подобран оптимальный диммер, позволивший регулировать скорость ветрового потока от 0,9 до 7,1 м/с.

- В связи с необходимостью измерения скорости вращения ветроколеса с помощью тахометра, было принято решение сделать отверстие диаметром 30 мм для беспрепятственного прохождения светового луча тахометра.

- Для равномерного распределения ветрового потока по радиальному сечению трубы, на расстоянии 20 см от оси вентилятора, была дополнительно установлена ламинирующая сетка.

Итоговая конструкция представляет собой:



***Рисунок 2. Прототип аэродинамической трубы в профиль***

4. После окончания сборки всей установки и проведения лабораторных опытов были получены следующие результаты:

а) С помощью аэродинамической трубы и нового вентилятора удалось добиться ламинарности воздушного потока, избежать посторонних помех, минимизировать потери ветрового потока. В результате, характеристики

лабораторного ветроэлектродгенератора стали более приближенными к характеристикам реальной ВЭУ.

б) С помощью диммера добились плавности и более широкого диапазона регулировки скоростей от 0,9 до 7,1 м/с.

5. Планы и дальнейшая работа со стендом.

1) В связи с изменившимися условиями проведения опытов, заменой имеющегося оборудования и добавлением нового, было принято решение переработать «Руководство по выполнению базовых экспериментов» [2].

2) На данной установке будет проведен ряд экспериментов и опытов, не связанных непосредственно с имеющейся ВЭУ, что делает данную установку мультифункциональной.

### **Список литературы:**

1. «Методические указания по проведению лабораторных работ». Васьков А.Г., Матвиенко Н.И., Солдаткин А.Ю. ФГБОУ ВПО «НИУ МЭИ», Москва, 2015.
2. «Руководство по выполнению базовых экспериментов «Натурная модель ветроэлектродгенератора». Сенигов П.Н. Инженерно-производственный центр «Учебная техника», Челябинск, 2009.

## НЕГАТИВНЫЕ СТОРОНЫ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

*Гимаев Алмаз Гаязович  
магистрант, Казанский (Приволжский) Федеральный Университет,  
Набережночелнинский филиал,  
РФ, г. Набережные Челны*

«За электромобилями будущее» – именно так можно понять девизы всех мировых автосалонов. На всех популярных выставках электромобили занимают по несколько стендов, приковывают взгляды, завораживают и обещают светлое и, главное, чистое будущее.

Ведь в отличие от простых бензиновых собратьев они не имеют совершенно никаких выбросов и вредных газов. Принцип работы электромобиля всем известен. Если вкратце, то электродвигатель, питаемый огромной батареей, вращает колеса. Для передачи этой энергии нет никакой необходимости в установке коробки передач для преобразования энергии. И не требуется смазки для движущихся механизмов из-за их отсутствия. Автомобиль просто движется за счет энергии от батарей. Безусловно, очень заманчивая идея. И поэтому все автомобильные бренды один за другим пустились в погоню за первооткрывателем электромобилей Илоном Маском и его Теслой. Первооткрыватель – это конечно громко сказано. Первые электромобили появились еще 174 года назад и старше своих собратьев – двигателей внутреннего сгорания – на несколько лет [10]. Но несовершенство заряда не позволило электромобилям завоевать популярность и поэтому сейчас все передвигаются на бензиновых автомобилях.

Но из-за проблем с экологией тема электромобилей, как чистого и экологичного транспортного средства, начала возвращаться.

Первым бросил вызов всему миру Илон Маск с автомобилем Тесла. Не отступая перед трудностями, он смог заявить о создании первого электромобиля в новейшей истории. В течение нескольких лет автомобильные дилеры внимательнейшим образом следили за детищем электромобиля и через некоторое время бросили все свои силы на создание своих марок – чистых и

экологичных, способные не просто снизить, а вообще избавиться от выхлопных газов.

Естественно, может показаться, что электромобиль, питаемый от батареи, не требует топлива, и является отличной альтернативой бензиновому двигателю.

Но так ли это на самом деле?

У электромобилей есть свои преимущества перед бензиновыми собратьями. Об этом уже сказано много раз. Первое и самое важное, как уже отмечалось, это отсутствие каких-либо выбросов автомобиля. Второе – меньшее количество комплектующих, отсутствие сложных механизмов, за счет чего автомобиль может быть легче и не требовать смазки. И, наконец, третье: простота получения энергии, ведь автомобиль можно зарядить даже от домашней розетки.

Эти плюсы электромобилей часто приводятся в разных изданиях, но при этом умалчиваются и негативные стороны электромобилей. А их несколько больше.

Запасы хода электромобилей в данное время варьируется от 250 до 500км. Точной цифры нет, т.к. все зависит еще и от прочих источников потребления. И этот запас хода вполне можно сравнить с запасом хода обычного автомобиля с полным баком, при условии объема топливного бака не менее 40л. Но запас хода не является такой большой проблемой, как может показаться изначально. За счет рекуперативной системы (сбережения энергии при торможении) возможно еще увеличить запас хода электромобиля. Что касается времени зарядки батареи – зарядка электромобиля, учитывая сверхбыстрые зарядные устройства, занимает промежуток времени от 30 минут до нескольких часов [2]. Но решение проблемы уже предлагались несколько раз и самое оптимальное – это замена разряженной батареи на батарею с полной зарядкой. По времени эта процедура даже быстрее, чем заправка бензинового автомобиля. Эту концепцию показывала как сама марка Тесла, так и несколько других компаний [6; 9].

Но кроме этих двух очевидных проблем есть и ряд других негативных факторов. К ним стоит отнести следующие пункты:

1) Риск не получить необходимое количество электроэнергии из-за перебоев электроснабжения, которые могут быть вызваны разными природными катаклизмами. Ежегодно миллионы людей на длительное время остаются без источника энергии из-за обрыва проводов, которые произошли вследствие обледенения высоковольтных линий [3] или из-за землетрясений или цунами [8]. В случае подобного происшествия люди будут не в состоянии справиться с самыми простыми появившимися трудностями и не смогут самостоятельно добраться до пунктов помощи. А приезд спасателей может занять продолжительное время.

2) Из-за роста электромобилей, несомненно, произойдет увеличение нагрузки на системы электроснабжения. Во избежание подобного случая необходимо развитие электросистем и постройка новых станций питания.

Что касается малонаселенных пунктов, с неразвитой или слабо развитой системой электроснабжения, то появление электромобилей в их районах крайне нежелательно из-за большого потребления электричества данным транспортным средством.

3) Что касается получения энергии от солнечных батарей, то этот способ подойдет только для теплых районов, со щадящим климатом. В то время как для северных стран, или районов с преобладанием снежного покрова, такой способ будет недопустим, т.к. солнечные батареи не в состоянии будут выработать нужное количество энергии. Вдобавок стоит отметить, что в холодных районах мощности электромобиля может быть и недостаточно, чем в обычных теплых районах.

4) Немаловажным фактором для электромобилей является и сам стиль вождения, т.к. резкие разгоны и торможение влечет сильное потребление энергии, а это, в свою очередь, не обеспечит должного запаса хода. После непродолжительной езды на высоких скоростях (например, на автомагистралях) машина перестает быть резвой, скорость притупляется [1].

Пусть и разгоняется она быстро (до 100км/ч всего 2,5с), но в дальнейшем заряд быстро расходуется и оставшегося запаса уже может и не хватить, чтоб доехать до нужного места назначения [7].

Конечно, электромобили могут снизить зависимость от зарубежной нефти. Но для этого потребуется добыча электроэнергии в больших масштабах, чем сейчас. Уже предпринимаются первые попытки в увеличении получаемой энергии. К примеру, во Франции всю дорогу протяженностью 1 км замостили солнечными панелями, для получения солнечной энергии. По заверениям специалистов начальная мощность такой дороги составит 790кВт\*ч в день. Сам опыт будет длиться около 2-х лет и потом уже можно будет в состоянии сказать о рациональности подобной технологии [4]. Или другой пример: в нидерландском городе Кроммене велосипедную дорожку тоже покрыли панелями с солнечными батареями. Протяженность этой дорожки составила не более 100м. Сделано это было все с той же целью – получение солнечной энергии. Однако за год эта дорожка смогла выработать 9800кВт\*ч, а между тем на её строительство потрачено было порядка трех миллионов евро. К слову сказать, этих денег хватило бы на получение 520 тысяч кВт\*ч [5]. Иначе говоря, окупаемость этих дорожек составляет очень продолжительное время.

Подводя итог, хочется отметить что электромобили, несмотря на все свои положительные стороны, все же не смогут в полной мере заменить бензиновые автомобили. Слишком серьезные недостатки не позволят им в полной мере двигаться по автомобильным дорогам. А то, что сейчас они все популярны и спрос на них растет, то все это скорее дань моде и со временем этой пройдет.

### **Список литературы:**

1. Годится ли Tesla Model S для гонок? – [Электронный ресурс]. – Режим доступа – URL: <https://www.drive2.ru/b/455633771333419627/> (Дата обращения 13.01.17).
2. Зарядить электромобиль за 30 минут. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа – URL: <http://www.novate.ru/blogs/240909/12997/> (Дата обращения 10.01.17).

3. Ледяной дождь испытал на прочность. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа – URL: <http://orgsmi.ru/news/zhkh/?item=2404> (Дата обращения 09.01.17).
4. Поверхность дороги во Франции замостили солнечными панелями. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа – URL: [http://auto.newsru.com/article/23dec2016/solar\\_road](http://auto.newsru.com/article/23dec2016/solar_road) (Дата обращения 08.01.17).
5. Солнечные дороги – технология будущего или авантюра? – [Электронный ресурс]. – Режим доступа – URL: <http://enki.ua/articles/solnechnye-dorogi-tehnologiya-budushchego-ili-avantyura-7239> (Дата обращения 08.01.17).
6. Станция замены аккумуляторных батарей для электромобилей. – [Электронный ресурс] – Режим доступа – URL: <http://www.myelectromobile.com/content/stancii-zameny-akkumulyatornyh-batarey-dlya-elektromobiley> (Дата обращения 13.01.17).
7. Тесла раскрывает потенциал Model S: разгон с 0 до 100 км/ч менее чем за 2,5 секунды. – [Электронный ресурс] – Режим доступа – URL: <https://3dnews.ru/942865> (Дата обращения 13.01.17).
8. Удар стихии по Японии: землетрясение, извержение вулкана и оползни. – [Электронный ресурс] – Режим доступа – URL: <https://ria.ru/world/20160416/1412543704.html> (Дата обращения 11.01.17).
9. Фирма Tesla показала горячую замену батарей электромобилей. – [Электронный ресурс] – Режим доступа – URL: <https://www.drive.ru/news/tesla/51c43fb594a656334e00004a.html> (Дата обращения 13.01.17).
10. Электромобили: плюсы, минусы, перспективы – [Электронный ресурс] – Режим доступа – URL: <http://greenbelarus.info/articles/05-02-2015/elektromobili-plyusy-minusy-perspektivy> (Дата обращения 11.01.17).

## РАЗРАБОТКА ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПО МОДЕРНИЗАЦИИ ДОРОЖНЫХ ЗНАКОВ НА ТЕРРИТОРИИ РФ

**Клепиков Вячеслав Игоревич**

*студент, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Лысьвенский филиал, РФ, г. Лысьва*

**Жалко Михаил Евгеньевич**

*научный руководитель, науч. сотр., Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Лысьвенский филиал, РФ, г. Лысьва*

История дорожных знаков берет своё начало с Древнего Рима. Во времена императора Августа, появились знаки, которые либо требовали – «Уступи дорогу», либо предупреждали – «Это опасное место». Кроме того, римляне стали ставить вдоль самых важных дорог каменные столбы. На них высекали расстояние от данного столба до главной площади в Риме – Римского Форума.

Римская система обозначения расстояний позже распространилась и в других странах. В России в XVI веке, при царе Фёдоре Иоанновиче, на дороге, которая вела из Москвы в царское имение Коломенское, поставили верстовые столбы высотой в 4 метра. При Петре I система верстовых столбов появилась на всех дорогах Российской империи [2].

Наиболее остро проблема организации движения встала при повсеместном развитии автомобильного движения. Высокая скорость, большой тормозной путь, плохое состояние дорог потребовали создания системы знаков, которые давали бы водителям и пешеходам нужную информацию. Решение о создании единой системы дорожных знаков было принято на конгрессе Международного туристского союза. А в 1900 году была достигнута договоренность об использовании вместо надписей графических изображений, понятных для всех людей.

В 1903 году на улицах Парижа появились первые дорожные знаки. А ещё через 6 лет на Международной конференции в Париже договорились устанавливать дорожные знаки с правой стороны, по ходу движения, за 250

метров до начала опасного участка. Тогда же были установлены первые четыре дорожных знака [3].

В 1909 году первые дорожные знаки официально появились и в России.

Основным негативным фактором, воздействующим на металлоконструкции, является коррозия. В случае с дорожными знаками, повсеместно применяемыми на наших дорогах, необходимо обратить внимание на поведение конструкции в случае ДТП. Используемые на данный момент основания дорожных знаков способны нанести дополнительный ущерб в случае наезда на них, столкновения, падения.

Помимо прочего современная конструкция знака не обеспечивает его читаемость в сложных погодных условиях. В зимний период на знак налипают снег, что не позволяет считывать информацию в полном объеме. В весенний период знак загрязняется и брызгами от большегрузных автомобилей. Службы, обслуживающие дороги, не всегда успевают исправить ситуацию.

Таким образом, возникает необходимость модернизации дорожных знаков в целях повышения безопасности дорожного движения и увеличения сроков из службы.

В ходе анализа литературы по данной тематике было определено наиболее популярное направление развития – отказ от физического знака. Для реализации подобных решений необходима модернизация не только всего подвижного состава страны, но и автомобильных дорог. Также необходимо создание мощной сети GPS меток и поддержание ее в работоспособном состоянии. Безусловно, подобное решение имеет ряд серьёзных преимуществ, но воплотить его на практике в масштабах страны достаточно сложно.

В связи с этим было решено не отказываться от физического исполнения знака, а также попытаться максимально упростить конструкцию и сделать её полностью автономной.

Первым предложением является использование пластика при изготовлении основания знака.

Свойства пластмасс резко отличаются от свойств металлов в процессе их деформирования. В частности, пластмассы имеют сравнительно маленькую твердость, и у них отсутствует зависимость между твердостью и прочностью при растяжении, характерная для стали [1].

Пластические массы (пластмассы и пластики) – материалы на основе природных или синтетических полимеров, способные под влиянием нагревания и давления формироваться в изделия сложной конфигурации и затем устойчиво сохранять приданную форму.

Пластмассы являются весьма перспективным конструкционным материалом. Их используют не только как заменители металлов, но и как самостоятельный материал для различных изделий, обладающих многими положительными качествами.

Изготовление пластмассовых конструкций, как правило, менее трудоёмко и энергоёмко, чем из других материалов. Они с успехом заменяют конструкции из легированных сталей, драгоценных металлов, бетона и дерева, позволяя тем самым экономить промышленно важные материалы.

1. Устойчивость против изнашивания.
2. Небольшая масса.
3. Не подвержен воздействию коррозии.
4. Если сравнивать с аналогами, изготовленными из различных металлических сплавов, то он имеет более привлекательную стоимость.
5. Длительный период эксплуатации.
6. Устойчивость к атмосферным воздействиям;
7. стойкостью к резким сменам температуры, в частности, стабильностью размеров;
8. Простота формирования изделий;

В табл. 1 представлены некоторые характеристики металлов и пластмасс, на основании которых можно проводить их сравнение [4].

**Таблица 1.****Прочность при растяжении металлов и пластмасс**

<b>Материал</b>	<b>Плотность, г/см<sup>3</sup>(кг/м<sup>3</sup>)</b>	<b>Предел прочности при растяжении, кгс/см<sup>2</sup> (МН/м<sup>2</sup>)</b>	<b>Удельная прочность</b>
Сталь высоких сортов	8,0 (8000)	12800 (1254)	1600
Чугун	8,0 (8000)	1500 (147)	190
Дюралюминий	2,8 (2800)	3900 (382)	1400
Текстолит	1,4 (1400)	1500 (147)	1100
Дельта-древесина	1,4(1400)	3500 (343)	2500
Стеклотекстолит	1,8 (1800)	3000–7000 (294–686)	1700–4000
Полихлорид	1,7 (1700)	7000 (686)	4000
Винипласт	1,38 (1380)	570 (559)	413
Полиэтилен	0,92 (920)	1600 (15,7)	174

Как видно из информации, представленной в таблице, использование пластмасс в основании не скажется на конструктивных характеристиках дорожных знаков.

Необходимо отметить, что предлагаемое решение само по себе не ново. На данный момент пластиковые стойки используются в Ярославской, Ивановской, Брянской, Псковской, Московской, Тверской и Вологодской областях, а также в Республике Татарстан, Республике Карелия, Республике Саха Якутия и в Камчатском Крае.

За время эксплуатации металлопластиковых стоек выявлены следующие преимущества перед обычными аналогами:

Отсутствие затрат на обслуживание (окраску) в процессе эксплуатации.

Повышенная травмобезопасность по сравнению с традиционными аналогами, за счет использования в качестве несущего элемента стальной трубы с уменьшенной толщиной стенки (при наезде легко – «срезается» либо деформируется), что приближает характеристики изделия к европейским нормам.

Высокий срок службы изделия 10–15 лет. Однако, учитывая сроки распада полиэтиленов и полипропиленов (до 100 лет в обычных условиях), разумный срок эксплуатации изделия при отсутствии внешних механических повреждений практически неограничен.

Широкий температурный режим использования от -60С до +70С.

Несущим элементом опоры дорожного знака является стальная труба 76×2.0 мм, которая впрессована в пластиковую трубу 83×3.5 мм. Верхняя часть опоры дорожных знаков закрыта пластмассовым колпаком, нижняя — заглушкой, предотвращающей попадание влаги из грунта во внутреннюю полость стойки. Стык пластиковых труб черного и белого цвета защищен декоративным элементом.

Конструкция предназначена для предотвращения коррозионного воздействия на несущий элемент, имеет улучшенный внешний вид, повышенную, по сравнению с традиционными аналогами травмобезопасность, увеличивает долговечность изделия, позволяет практически свести к нулю расходы на обслуживание опоры дорожных знаков в процессе длительной эксплуатации.

Вторым предлагаемым решением является изменение конструкции элемента, несущего информацию.

Налипание снега и грязи обусловлено положением знака относительно проезжей части, его формой, материалом и технологией изготовления. Изменение первых двух факторов потребует изменения нормативных документов (ГОСТ, ПДД И т.д.) поэтому остановимся на последних двух.

Предлагаемое решение заключается в применении металлической или металлопластиковой рамы и непромокаемой, брезентовой ткани с нанесенным информационным изображением.

Использование данной конструкции позволит обеспечить самоочищение знака. Набегающие потоки воздуха будут вызывать незначительные (~2 мм) колебания полотна знака, что будет способствовать очищению от снега и высохшей грязи. При этом малая амплитуда колебаний не окажет негативного влияния на восприятие информации водителем.

Конструкция, безусловно, сложнее в изготовлении по сравнению с традиционным вариантом, однако значительно проще в обслуживании.

Таким образом, комбинация предложенных решений позволяет собрать дорожный знак, обладающий следующими преимуществами:

- низкая стоимость;
- высокая коррозионная стойкость;
- самоочищаемость.

На наш взгляд, подобное решение может повысить безопасность дорожного движения и упростить труд водителя.

### **Список литературы:**

1. Дзевульский В.М. Технология металлов и дерева. – М.: Государственное издательство сельскохозяйственной литературы. 1995.
2. Кобелева Е.С. История возникновения дорожных знаков – [Электронный ресурс] – Е.С. Кобелева – Электрон. текстовые дан. – Москва., 2015. – Режим доступа <https://infourok.ru/istoriya-vozniknoveniya-dorozhnih-znakov-562211.html>, свободный.
3. Мигри. Международная конвенция авто-передвижения // За рулём. 1929. №6. С. 8–9.
4. Сварка пластмасс – [Электронный ресурс]: Электрон. текстовые дан / – Москва, 2015. – Режим доступа <http://www.prosvarky.ru/specialmethods/plasticswelding/2.html>, свободный.

## **КАК ЗАЩИТИТЬ WEB-ПОРТАЛ ОТ ИНФОРМАЦИОННЫХ АТАК**

***Ситдикова Алия Раилевна***

*студент, Казанский национальный исследовательский  
технологический университет,  
РФ, Республика Татарстан, г. Казань*

***Зиннатуллина Лилия Рафилевна***

*студент, Казанский национальный исследовательский  
технологический университет,  
РФ, Республика Татарстан, г. Казань*

***Мифтахова Лина Хатыповна***

*научный руководитель, канд. техн. наук, старший преподаватель кафедры  
информационная безопасность, Казанский национальный исследовательский  
технологический университет,  
РФ, Республика Татарстан, г. Казань*

В настоящее время в России, как и во всём мире, имеет место тенденция роста практического использования государственными и коммерческими организациями публичных Web-порталов, подключённых к сети Интернет. Порталы этого типа могут применяться для решения самых разнообразных задач, таких, например, как реклама в сети Интернет характера деятельности компании, организация Интернет-торговли или же обеспечение работы системы «Клиент-Банк». Этому способствует тот факт, что на сегодняшний день на отечественном рынке информационных технологий представлено несколько готовых промышленных решений, на основе которых возможно построение полнофункциональных Web-порталов. К таким решениям относится семейство продуктов «Internet Information Services» компании Microsoft, “Sun ONE “ компании Sun Microsystems и “WebSphere” компании IBM.

Типовая архитектура Web-портала, как правило, включает в себя следующие основные компоненты:

- публичные Web-серверы, которые обеспечивают доступ пользователей сети Интернет к информационным ресурсам портала;

- кэш-серверы, обеспечивающие временное хранение копии ресурсов, к которым получали доступ Интернет-пользователи. При обращении к ресурсам Web-портала первоначально производится попытка извлечения ресурса из памяти кэша-серверов, и только если ресурс там отсутствует, то тогда запрос передаётся публичным Web-серверам. Использование кэш-серверов позволяет снизить нагрузку на основные публичные серверы, а также уменьшить время доступа пользователей к кэшированным ресурсам;

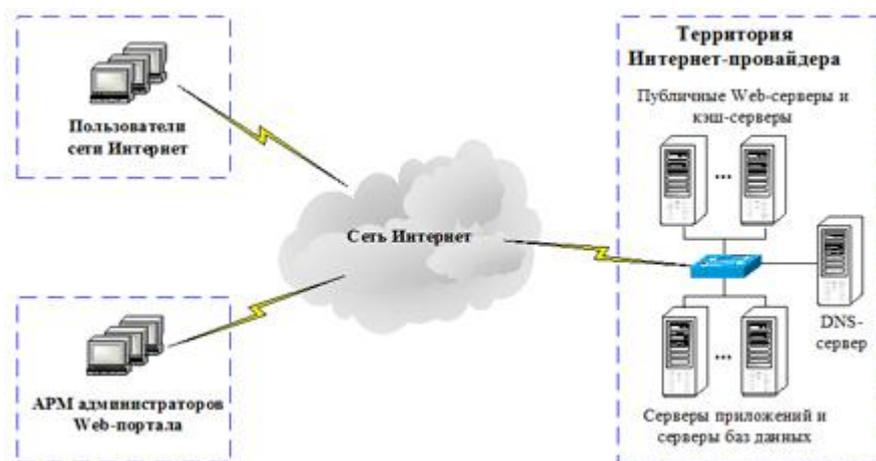
- DNS-серверы, обеспечивающие возможность преобразования символьных имён серверов Web-портала в соответствующие им IP-адреса;

- серверы приложений, на которых установлено специализированное программное обеспечение, предназначенное для управления информационным содержимым Web-портала;

- серверы баз данных, которые обеспечивают централизованное хранение информационных ресурсов Web-портала;

- коммуникационное оборудование, обеспечивающее взаимодействие между различными серверами Web-портала.

Как правило, серверы Web-порталов размещаются на территории Интернет-провайдеров, которые имеют возможность обеспечить необходимую полосу пропускания каналов, по которым серверы портала подключаются к сети Интернет. Управление Web-порталом в этом случае осуществляется удалённо через Интернет с автоматизированных рабочих мест (АРМ) администраторов. Обобщённая архитектура Web-портала изображена на рис. 1.



**Рисунок 1. Типовая архитектура Web-портала**

Учитывая тот факт, что ресурсы публичного Web-портала по определению открыты любому пользователю сети Интернет, они становятся потенциальной мишенью для атак нарушителей. Необходимо отметить, что за последние несколько лет наблюдается значительный рост информационных атак, основная часть которых направлена именно на общедоступные ресурсы, к которым относятся и Web-порталы. Атаки нарушителей могут быть направлены на нарушение конфиденциальности, целостности или доступности информационных ресурсов, хранящихся на серверах Web-портала.

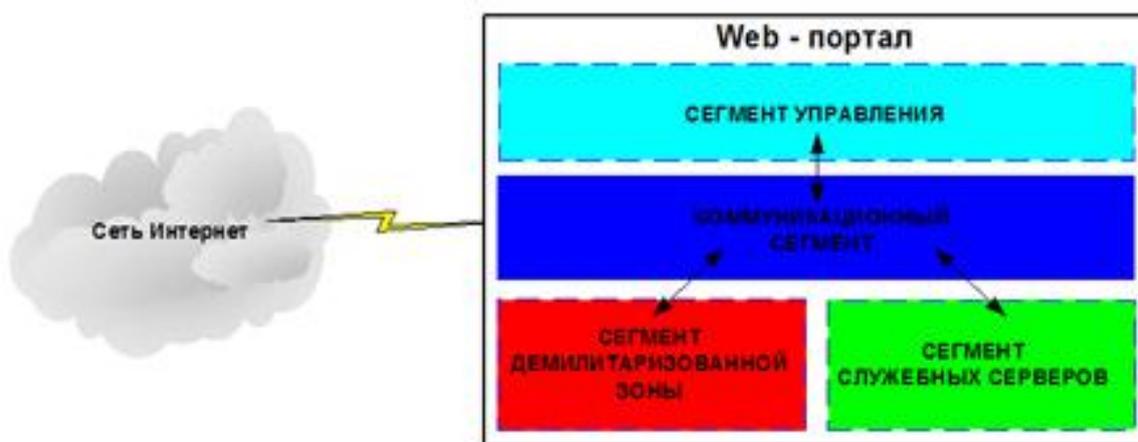
Для защиты Web-портала наиболее целесообразно применять комплексный подход, сочетающий организационные и технические средства защиты. Организационные средства защиты связаны с разработкой и внедрением нормативно-правовых документов, таких как политика и концепция обеспечения информационной безопасности Web-портала, должностные инструкции по работе персонала с автоматизированной системой портала и т.д. Технические же средства защиты реализуются при помощи соответствующих программных, аппаратных или программно-аппаратных средств, которые обеспечивают выполнение целей и задач, определённых в соответствующих нормативно-правовых документах. Использование комплексного подхода предполагает объединение технических средств защиты Web-портала в интегрированный комплекс, включающий в себя подсистемы антивирусной защиты, контроля целостности, разграничения доступа,

обнаружения вторжений, анализа защищённости, криптографической защиты информации, а также подсистему управления. Ниже приведено описание основных функциональных возможностей этих подсистем, а также особенностей их применения для защиты Web-портала.

### ***Подсистема разграничения доступа***

Подсистема разграничения доступа является основным элементом комплекса безопасности Web-портала и предназначена для защиты информационных ресурсов портала от несанкционированного доступа. При помощи средств защиты, входящих в эту подсистему, Web-портал подразделяется на четыре функциональных сегмента (рис. 2):

- сегмент демилитаризованной зоны, в котором размещаются серверы портала, доступ к которым могут получить любые пользователи сети Интернет. К таким серверам относятся кэш-серверы, публичные Web-серверы и DNS-серверы;
- сегмент служебных серверов, доступ к ресурсам которых могут получить только администраторы или служебные сервисы Web-портала;
- сегмент управления, в котором размещаются средства, необходимые для управления комплексом безопасности Web-портала;
- коммуникационный сегмент, включающий в себя маршрутизаторы и коммутаторы, обеспечивающие взаимодействие между другими сегментами портала.



***Рисунок 2. Структура защищённого Web-портала***

Разделение на отдельные сегменты позволяет изолировать различные ресурсы Web-портала друг от друга. В этом случае при компрометации сервера одного из сегментов портала нарушитель не сможет получить доступ к информационным ресурсам, расположенным в других сегментах.

Разграничение доступа реализуется подсистемой на трёх уровнях стека TCP/IP – канальном, сетевом и прикладном. На канальном уровне разграничение доступа осуществляется на основе виртуальных локальных сетей VLAN (Virtual Local Area Network), на которые разделяется Web-портал. Деление на такие виртуальные сети производится при помощи настроек коммутаторов, в которых каждый физический порт включается в определённую виртуальную сеть. Хосты могут свободно обмениваться данными друг с другом в рамках одной виртуальной сети, а управление взаимодействием между различными виртуальными сетями осуществляется посредством списков контроля доступа ACL (Access Control List). В этих списках определяются правила, в соответствии с которыми разрешается или запрещается информационный обмен между разными сетями VLAN. Так, например, если для работы Web-портала два публичных Web-сервера не должны обмениваться между собой информацией, то они разделяются на разные виртуальные сети, между которыми запрещается взаимодействие. В случае, если нарушитель «взломает» один из публичных серверов Web-портала ему не удастся получить доступ к тем ресурсам, которые хранятся на других серверах, включённых в другие виртуальные сети.

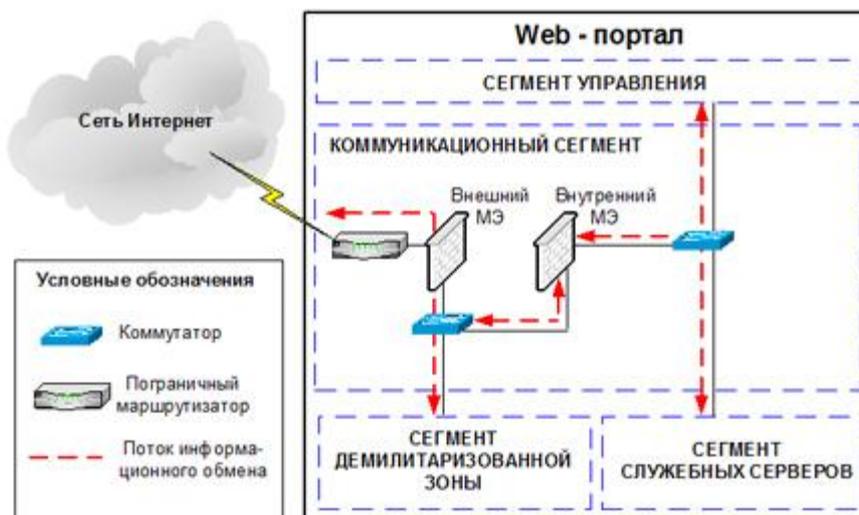
На сетевом уровне разграничение доступа проводится при помощи двух межсетевых экранов (МЭ), обеспечивающие фильтрацию пакетов данных в соответствии с заданными критериями. Примеры критериев фильтрации, определённых на различных уровнях стека протоколов TCP/IP, приведены в табл. 1.

*Таблица 1.*

**Примеры критериев фильтрации пакетов данных на различных уровнях стека TCP/IP**

<b>Уровень стека протоколов</b>	<b>Примеры критериев фильтрации</b>
Сетевой уровень	<ul style="list-style-type: none"><li>• IP-адреса получателя и отправителя IP-дейтаграммы;</li><li>• тип протокола, при помощи которого сформирован блок данных, размещённый в поле данных IP-дейтаграммы;</li><li>• длина IP- дейтаграммы;</li><li>• тип пакета данных ICMP и др.</li></ul>
Транспортный уровень	<ul style="list-style-type: none"><li>• номера TCP- и UDP-портов отправителя и получателя TCP-сегмента или UDP-дейтаграммы;</li><li>• значение флагового поля передачи TCP-сегментов;</li><li>• длина TCP-сегмента;</li><li>• порядковые номера TCP-сегментов и др.</li></ul>
Уровень приложения	<ul style="list-style-type: none"><li>• длина заголовка блока данных прикладного уровня;</li><li>• тип команды, содержащейся в блоке данных прикладного уровня;</li><li>• адрес ресурса, которому предназначена команда, содержащаяся в блоке данных прикладного уровня и др.</li></ul>

Первый межсетевой экран устанавливается в точке сопряжения Web-портала с сетью Интернет и выполняет фильтрацию пакетов данных, поступающих из сети Интернет в сегмент демилитаризованной зоны. Фильтрация осуществляется на основе критерий сетевого, транспортного и прикладного уровня стека TCP/IP. Второй МЕЖСЕТЕВОЙ ЭКРАН устанавливается таким образом, чтобы через него проходили все пакеты, которыми обмениваются серверы сегмента демилитаризованной зоны и сегмента служебных серверов. Этот межсетевой экран выполняет фильтрацию только на сетевом и транспортном уровнях. Схематично установка межсетевого экрана в коммуникационном сегменте Web-портала показана на рис. 3.



**Рисунок 3. Схема установки межсетевых экранов в Web-портале**

Второй межсетевой экран дублирует функции защиты на тот случай, если нарушитель сможет взломать внешний экран. Надо сказать, что потенциальная уязвимость атак внешнего межсетевого экрана обусловлена тем, что он выполняет сложную фильтрацию пакетов данных на прикладном уровне при помощи программных модулей, которые могут содержать ошибки. Примером здесь могут служить ошибки, недавно выявленные в модулях межсетевого экрана "CheckPoint АЦ-1" содержащих уязвимость типа «переполнение буфера» (<http://www.us-cert.gov/cas/techalerts/TA04-036A.html>). Используя эту уязвимость нарушители могли получить полный контроль над межсетевым экраном и использовать его для развития атаки на сервера Web-портала. Однако с учётом того, что внутренний межсетевой экран выполняет лишь базовую фильтрацию на сетевом и транспортном уровне, он не может быть уязвим в отношении тех атак, которые используют уязвимости модулей, занятых обработкой пакетов данных на прикладном уровне.

Внешний межсетевой экран также выполняет защиту от атак типа «отказ в обслуживании» (denial of service), которые реализуются путём формирования большого числа запросов на установление сетевых соединений с публичными Web-серверами. В результате проведения атаки Web-сервера не справляются с обработкой всех запросов, что приводит к выходу из строя всего Web-портала. Защита от такого рода атак обеспечивается путём ограничения максимального

количества входящих TCP-соединений, которые могут быть установлены с одного IP-адреса. В этом случае межсетевой экран будет блокировать все попытки установить сетевые соединения, количество которых превышает заданное ограничение, обеспечивая тем самым защиту Web-серверов от перегрузки их вычислительных ресурсов.

Разграничение доступа на прикладном уровне реализуется средствами прикладного программного обеспечения, установленного на серверах Web-портала. Это ПО должно обеспечивать идентификацию и аутентификацию администратора и некоторых пользователей портала и назначать им соответствующие права доступа к файловым ресурсам. Аутентификация может обеспечиваться на основе паролей или цифровых сертификатов.

### ***Подсистема антивирусной защиты***

Подсистема антивирусной защиты должна обеспечивать выявление и удаление информационных вирусов, которые могут присутствовать в ресурсах Web-портала.

Подсистема состоит из двух компонентов – модулей-датчиков, предназначенных для обнаружения вирусов и модуля управления антивирусными датчиками. Сами датчики устанавливаются на все серверы Web-портала, а также на АРМ администратора портала. При такой схеме установки датчиков создаются условия для проведения периодической проверки файлов портала на предмет наличия вирусов или программ типа «Троянский конь». Для того, чтобы подсистема антивирусной защиты могла эффективно выявлять и новые типы вирусов необходимо регулярно обновлять базу данных сигнатур подсистемы.

### ***Подсистема контроля целостности***

Подсистема контроля целостности должна обеспечивать выявление несанкционированного искажения содержимого Web-портала. Датчики этой подсистемы, как правило, устанавливаются на серверах портала для того, чтобы с заданной периодичностью проверять целостность файловых ресурсов портала на основе контрольных сумм или хэшей. При этом должен обеспечиваться

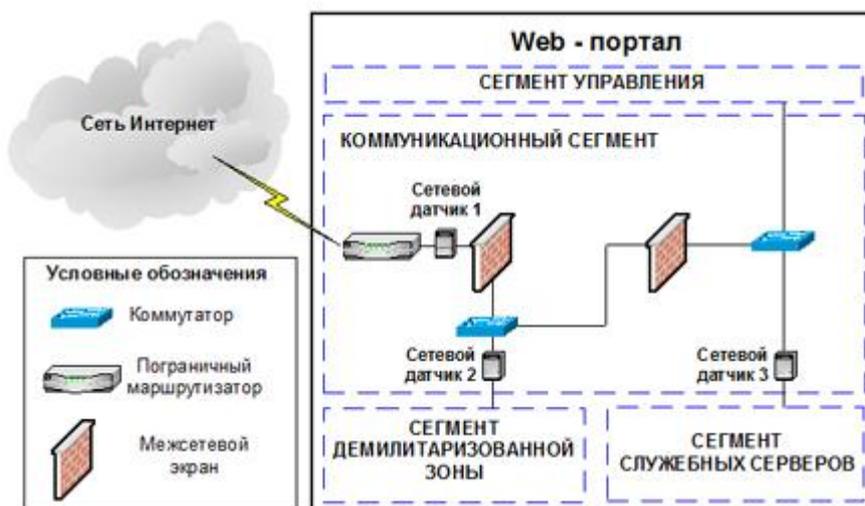
контроль целостности файлов не только прикладного, но и общесистемного ПО. Алгоритм работы этой подсистемы выглядит следующим образом. Для заданного множества файлов подсистема вычисляет эталонные контрольные суммы. По истечению определённого временного интервала подсистема заново вычисляет контрольные суммы файлов и сравнивает их с ранее сохранёнными эталонными значениями. При выявлении несоответствия между эталонным и полученным значением фиксируется факт искажения файлового ресурса, о чём немедленно оповещается администратор безопасности.

Подсистема контроля целостности не является превентивным средством защиты, поскольку позволяет выявить лишь последствия информационного вторжения. Однако наличие такой подсистемы по существу жизненно необходимо, поскольку если все имеющиеся средства защиты пропустили информационную атаку, то подсистема контроля целостности позволяет выявить её последствия.

### ***Подсистема обнаружения вторжений***

Подсистема обнаружения вторжений предназначена для выявления сетевых атак, направленных на информационные ресурсы портала. Подсистема включает в себя следующие компоненты:

- модули-датчики, предназначенные для сбора информации о пакетах данных, циркулирующих в Web-портале;
- модуль выявления атак, выполняющий обработку данных, собранных датчиками, с целью обнаружения информационных атак нарушителя;
- модуль реагирования на обнаруженные атаки;
- модуль хранения данных, в котором хранится вся конфигурационная информация, а также результаты работы подсистемы обнаружения вторжений. Таким модулем, как правило, является стандартная СУБД, например MS SQL Server, Oracle или IBM DB2;
- модуль управления компонентами средств обнаружения атак.



**Рисунок 4. Схема установки сетевых датчиков подсистемы обнаружения вторжений в Web-портале**

Первый сетевой датчик подсистемы обнаружения вторжений (рис. 4) устанавливается до внешнего межсетевого экрана и предназначен для выявления всех внешних атак на серверы портала, а также на межсетевого экран. Второй сетевой датчик устанавливается таким образом, чтобы он имел возможность перехватывать весь сетевой трафик, поступающий в сегмент демилитаризованной зоны. Таким образом, второй датчик имеет возможность выявлять атаки на публичные и кэш-серверы, которые были пропущены внешним межсетевым экраном. Анализ результатов работы первого и второго сетевого датчика позволяет контролировать работу внешнего межсетевого экрана и при необходимости изменять его правила фильтрации. Третий датчик предназначается для мониторинга сетевой активности в сегменте служебных серверов Web-портала.

Хостовые датчики подсистемы обнаружения вторжений устанавливаются на всех серверах сегмента демилитаризованной зоны и сегмента служебных серверов. Датчики этого типа должны быть реализованы в виде активных фильтров, функционирующих на уровне прикладного программного обеспечения Web-портала. Это необходимо для того, чтобы датчики не снижали производительности работы серверов портала, а также имели

возможность обрабатывать трафик, передаваемый по криптозащищённым каналам связи.

Информация, собранная сетевыми и хостовыми датчиками, анализируется модулем выявления атак с целью обнаружения возможных вторжений нарушителей. Анализ данных может проводиться при помощи двух основных групп методов – сигнатурных и поведенческих. Сигнатурные методы описывают каждую атаку в виде специальной модели или сигнатуры. В качестве сигнатуры атаки могут выступать: строка символов, семантическое выражение на специальном языке, формальная математическая модель др. Алгоритм работы сигнатурного метода заключается в поиске сигнатур атак в исходных данных, собранных сетевыми и хостовыми датчиками. В случае обнаружения искомой сигнатуры, фиксируется факт информационной атаки, которая соответствует найденной сигнатуре. База данных сигнатур атак подсистемы обнаружения вторжений должна обновляться на регулярной основе.

Поведенческие методы, в отличие от сигнатурных, базируются не на моделях информационных атак, а на моделях штатного процесса функционирования Web-портала. Принцип работы поведенческих методов заключается в обнаружении несоответствия между текущим режимом функционирования АС и моделью штатного режима работы, заложенной в параметрах метода. Любое такое несоответствие рассматривается как информационная атака. Как правило, модуль выявления атак интегрируется вместе с сетевыми и хостовыми датчиками подсистемы обнаружения вторжений.

### ***Подсистема анализа защищённости***

Подсистема анализа защищённости предназначена для выявления уязвимостей в программно-аппаратном обеспечении Web-портала. Примерами таких уязвимостей могут являться неправильная конфигурация сетевых служб портала, наличие программного обеспечения без установленных модулей обновления (service packs, patches, hotfixes), использование неустойчивых к

угадыванию паролей и др. По результатам работы подсистемы анализа защищённости формируется отчёт, содержащий информацию о выявленных уязвимостях и рекомендации по их устранению. Своевременное устранение уязвимостей, выявленных при помощи этой подсистемы позволяет предотвратить возможные информационные атаки, основанные на этих уязвимостях. Сканирование Web-портала должно осуществляться по регламенту с заданной периодичностью. При этом должна регулярно обновляться база данных проверок уязвимостей. Подсистема анализа защищённости устанавливается на АРМ администратора безопасности в сегменте управления Web-портала.

### ***Подсистема криптографической защиты***

Подсистема криптографической защиты предназначена для обеспечения защищённого удалённого взаимодействия с Web-порталом. Подсистема базируется на технологии виртуальных частных сетей VPN (Virtual Private Network), которая позволяет создавать защищённые сетевые соединения, в рамках которых проводится аутентификация пользователей, а также обеспечивается конфиденциальность и контроль целостности передаваемых данных. Установка, управление и закрытие таких соединений осуществляется при помощи специализированных криптопротоколов. Для организации VPN-сети могут использоваться разные типы криптопротоколов, функционирующие на различных уровнях стека TCP/IP (табл.2).

***Таблица 2.***

### **Криптопротоколы различных уровней стека TCP/IP**

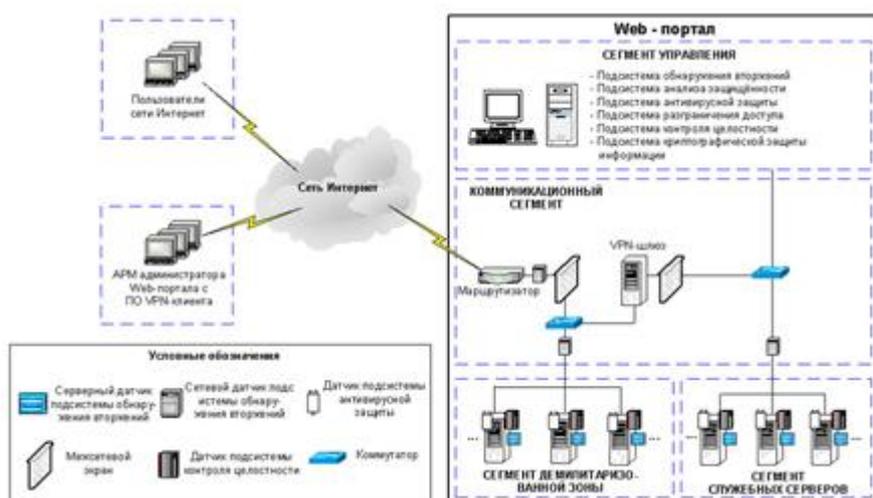
<b>Наименование уровня стека TCP/IP</b>	<b>Наименование криптопротокола</b>
Прикладной уровень	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SSL (Secure Sockets Layer) / TLS (Transport Layer Security)</li> <li>• Secure HTTP</li> </ul>
Сетевой уровень	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IPSec (Internet Protocol Security)</li> <li>• SKIP (Secure Key Interchange Protocol)</li> </ul>
Канальный уровень	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PPTP (Point-to-Point Tunneling Protocol)</li> <li>• L2F (Layer 2 Forwarding Protocol)</li> <li>• L2TP (Layer 2 Tunneling Protocol)</li> </ul>

В состав подсистемы криптографической защиты информации входит VPN-шлюз, который устанавливается в Web-портале и VPN-клиенты, устанавливаемые на рабочие станции администраторов Web-портала, а также на станции тех пользователей, для которых необходимо обеспечить защищённое взаимодействие с серверами портала. VPN-шлюз устанавливается в коммуникационном сегменте портала между внешним и внутренним межсетевым экраном. Такая схема установки позволит использовать внутренний экран для фильтрации пакетов данных уже после того, как они будут расшифрованы VPN-шлюзом. В случае, если для организации VPN-сети используется протокол SSL, то на стороне пользователей Web-портала можно не устанавливать дополнительного ПО и использовать стандартные Интернет-браузеры, в которые интегрированы функции SSL-клиента.

#### ***Подсистема управления средствами защиты Web-портала***

Подсистема управления средствами защиты размещается в одноимённом сегменте Web-портала. Подсистема включает в себя АРМ администратора безопасности, с которого осуществляется управление, а также служебные серверы, необходимые для функционирования соответствующих средств защиты. Подсистема также дополнительно может включать в себя модуль корреляции событий, зарегистрированных различными подсистемами защиты портала. Наличие такого модуля позволяет автоматизировать обработку большого объёма информации, регистрируемой в Web-портале, и в соответствии с заданным набором правил выделить наиболее критические события, которые требуют немедленного реагирования.

Архитектура защищённого Web-портала, в котором установлены все рассмотренные выше подсистемы защиты, изображена на рис. 5.



**Рисунок 5. Архитектура защищённого Web-портала**

Для повышения надёжности работы портала наиболее критические элементы комплекса средств безопасности, такие как межсетевой экран и VPN-шлюз должны резервироваться путём создания отказоустойчивых кластеров. В этом случае их сбой или отказ не приведёт к нарушению работоспособности всего Web-портала.

Поскольку комплекс средств защиты Web-портала сам может выступать в качестве цели возможной атаки, то все его подсистемы должны быть оснащены механизмами собственной безопасности, которые бы позволяли выполнять следующие функции:

- обеспечение конфиденциальности и контроля целостности информации, передаваемой между компонентами подсистем по каналам связи;
- обеспечения взаимной аутентификации компонентов подсистем перед обменом информацией;
- обеспечения контроля целостности собственного программного обеспечения подсистем на основе контрольных сумм;
- аутентификации администратора безопасности при доступе к консоли управления подсистем на основе пароля. При этом должна регистрироваться информация обо всех успешных и неуспешных попытках аутентификации администратора.

## ***Заключение***

В настоящее время нормальное функционирование Web-портала, подключённого к сети Интернет, практически невозможно если не уделять должное внимание проблеме обеспечения его информационной безопасности. Наиболее эффективно эта проблема может быть решена путём применения комплексного подхода к защите ресурсов портала от возможных информационных атак. Для этого в состав комплекса средств защиты портала должны входить подсистемы антивирусной защиты, обнаружения вторжений, контроля целостности, криптографической защиты, разграничения доступа, а также подсистема управления. При этом каждая из подсистем должна быть оснащена элементами собственной безопасности.

## **Список литературы:**

1. Лукацкий А. Обнаружение атак. – СПб.: БХВ-Петербург, 2001.
2. Рыбин Алексей. Корпоративный сайт. Эффективный инструмент бизнеса или нереализованные возможности. Бюллетень JetInfo № 4 (119), 2003.
3. Сердюк В.А. Ахиллесова пята информационных систем //ВУТЕ/Россия. 2004. №4 (68). С. 19–22.
4. Pierre-Alain Fayolle, Vincent Glaume, A buffer overflow Study. Attacks and Defenses , ENSEIRM, 2002.

## ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ ХОСТИНГА: ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

*Измайлов Рамазан Юнус оглы*

*студент, Севастопольский государственный университет СевГУ,  
РФ, г. Севастополь*

*Мащенко Елена Николаевна*

*научный руководитель, доц., Севастопольский государственный университет,  
СевГУ,  
РФ, г. Севастополь*

В связи с ростом требований к качеству и доступности веб-сервисов жестко встает вопрос об оптимальном выборе модели хостинга для развертывания веб-сервисов. Существует три наиболее распространенные модели хостинга: выделенный сервер, виртуальный сервер, облачный сервер [1, с. 2]. Поэтому является актуальной задача разработки имитационной модели, позволяющей учитывать ключевые особенности моделей хостинга.

Модель должна учитывать следующие параметры:

- производительность серверов;
- ценовая политика;
- сложность развертывания;
- вероятность отказа серверов;
- скорость восстановления серверов.

С помощью имитационной модели необходимо получить и сравнить следующие характеристики функционирования серверов:

- средняя загрузка серверов;
- среднее содержимого входного буфера;
- вероятность обработки запроса сервером.

Концептуальное описание модели.

Необходимо провести синтез и анализ структуры модели  $S$ , реализующей следующее преобразование (1).

$$Y = S(DH, VH, CH, P), \quad (1)$$

где:  $Y$  – кортеж получаемых характеристик,  $S$  – реализуемая структура,  $DH$  – кортеж параметров, описывающих модель хостинга «Выделенный сервер»,  $VH$  – кортеж параметров, описывающих модель хостинга «Виртуальный сервер»,  $CH$  – кортеж параметров, описывающих модель хостинга «Облачный сервер»,  $P$  – параметры закона распределения интервалов между появлениями заявок и трудоемкости обработки запроса.

Причем, кортеж  $Y$  состоит из элементов:

- $y_{11}$  – средняя загрузка выделенного сервера;
- $y_{12}$  – среднее содержимого входного буфера;
- $y_{13}$  – вероятность обработки заявки выделенным сервером;
- $y_{21}$  – средняя загрузка виртуального сервера;
- $y_{22}$  – среднее содержимого входного буфера;
- $y_{23}$  – вероятность обработки заявки виртуальным сервером сервером;
- $y_{31}$  – средняя загрузка облачного сервера;
- $y_{32}$  – среднее содержимого входного буфера;
- $y_{33}$  – вероятность обработки заявки облачным сервером.

Кортеж  $DH$  содержит элементы:

- $d_{11}$  – (характеристика сервера), количество операций в секунду;
- $d_{12}$  – среднее время между отказами;
- $d_{13}$  – среднеквадратичное отклонение времени между отказами от среднего;
- $d_{14}$  – емкость входного буфера.

Кортеж  $VH$  содержит элементы:

- $v_{11}$  – (характеристика сервера), количество операций в секунду;
- $v_{12}$  – среднее время между отказами;
- $v_{13}$  – среднеквадратичное отклонение времени между отказами от среднего;
- $v_{14}$  – емкость входного буфера.

Кортеж  $СН$  содержит элементы:

- $c_{11}$  – (характеристика сервера), количество операций в секунду;
- $c_{12}$  – среднее время между отказами;
- $c_{13}$  – среднеквадратичное отклонение времени между отказами от среднего;
- $c_{14}$  – емкость входного буфера.

Кортеж  $P$  содержит элементы:

- $p_1$  – математическое ожидание времени между появлениями запросов;
- $p_2$  – среднеквадратичное отклонение времен между появлениями заявок;
- $p_3$  – математическое ожидание операций в секунду для обработки запроса;
- $p_4$  – среднеквадратичное отклонение операций в секунду для обработки запроса.

В качестве критерия оценки эффективности работы системы выбраны следующие параметры: загрузка серверов, вероятность обработки заявки сервером, средняя длина очереди во входном буфере. Независимые переменные модели:

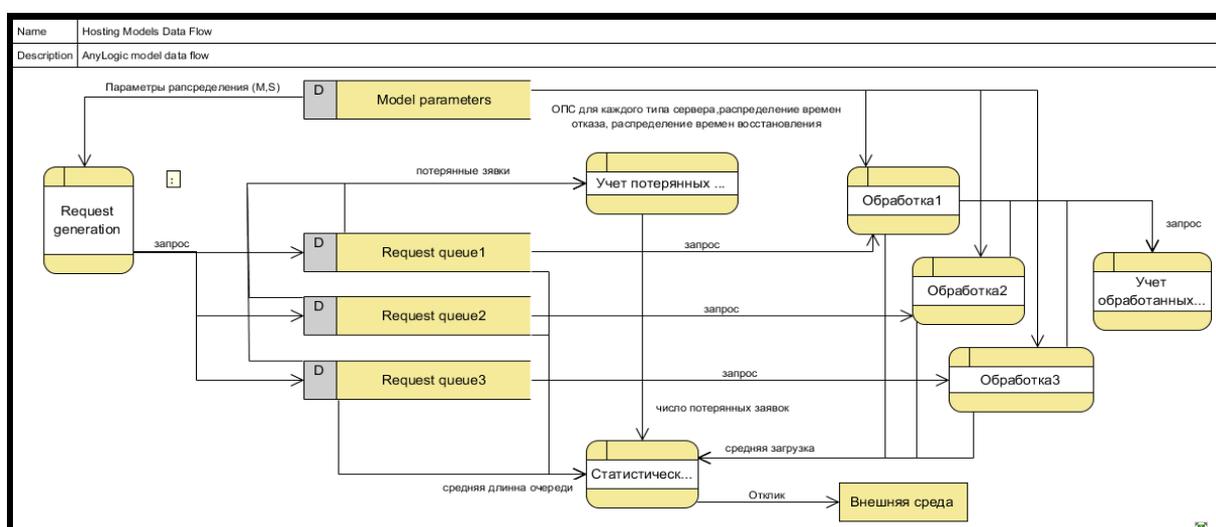
- $y_{11}$  – средняя загрузка выделенного сервера;
- $y_{12}$  – среднее содержимого входного буфера;
- $y_{13}$  – вероятность обработки заявки выделенным сервером;
- $y_{21}$  – средняя загрузка виртуального сервера;
- $y_{22}$  – среднее содержимого входного буфера;
- $y_{23}$  – вероятность обработки заявки виртуальным сервером сервером;
- $y_{31}$  – средняя загрузка облачного сервера;
- $y_{32}$  – среднее содержимого входного буфера;
- $y_{33}$  – вероятность обработки заявки облачным сервером.

Зависимые переменные модели:

- загрузка серверов;
- вероятность обработки заявки сервером;

- средняя длина очереди во входном буфере.

Кроме того, для более точного построения модели была разработана диаграмма потоков данных (Data Flow Diagram, DFD) [3, с. 132]. Так называется методология графического структурного анализа, описывающая внешние по отношению к системе источники и адресаты данных, логические функции, потоки данных и хранилища данных, к которым осуществляется доступ. Диаграмма была разработана с помощью программы Visual Paradigm. [4]. Продукт позволяет разрабатывать различные диаграммы, DFD – в том числе. Диаграмма приведена на рисунке 1.



**Рисунок 1. Диаграмма потоков данных имитационной модели**

Перспективы дальнейших исследований. В дальнейшем предполагается реализация модели в среде имитационного моделирования AnyLogic [5]. Кроме того, будут проведены полный факторный эксперимент и отсеивающий эксперимент. Полным факторным экспериментом (ПФЭ) называется эксперимент, реализующий все возможные не повторяющиеся комбинации независимых переменных, каждая из которых принудительно варьируется на двух уровнях. Число этих комбинаций  $N = 2^n$  определяет тип планирования [2, с. 108]. Отсеивающие эксперименты позволяют исключить незначительные факторы в начальной стадии экспериментального исследования и тем самым упростить описание поверхности отклика и сократить общий объем

экспериментальных работ [2, с. 37]. По результатам экспериментов будет проведено исследование характеристик качества моделей хостинга.

### **Список литературы:**

1. Измайлов Р.Ю. Сравнительный анализ моделей хостинга для развертывания веб-приложений // Молодежный научный форум: Технические и математические науки: электр. сб. ст. по материалам XXXVII студ. междунар. заочной науч.-практ. конф. – М.: «МЦНО». – 2016 – № 8(37) / – [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: [http://nauchforum.ru/archive/MNF\\_social/8\(37\).pdf](http://nauchforum.ru/archive/MNF_social/8(37).pdf).
2. Сидняев Н.И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных. / Н.И. Сидняев – М.: Юрайт-Издат, ООО, 2012. – 399с.
3. Томашевский В.М. Моделирование систем / В.М. Томашевский. – Киев: Издательская группа BHV, 2005. – 352 с.
4. Электронный ресурс: <https://www.visual-paradigm.com>.
5. Электронный ресурс: <http://www.anylogic.ru>.

## ДИСТАНЦИОННОЕ ОБУЧЕНИЕ ПОСРЕДСТВОМ ПРОГРАММЫ УДАЛЕННОГО ДОСТУПА “AMMYU ADMIN”

**Иноземцев Кирилл Эдуардович**

*магистрант, Северо-Кавказский Федеральный Университет,  
РФ, г. Ставрополь*

**Байчоров Мурат Русланович**

*магистрант, Северо-Кавказский Федеральный Университет,  
РФ, г. Ставрополь*

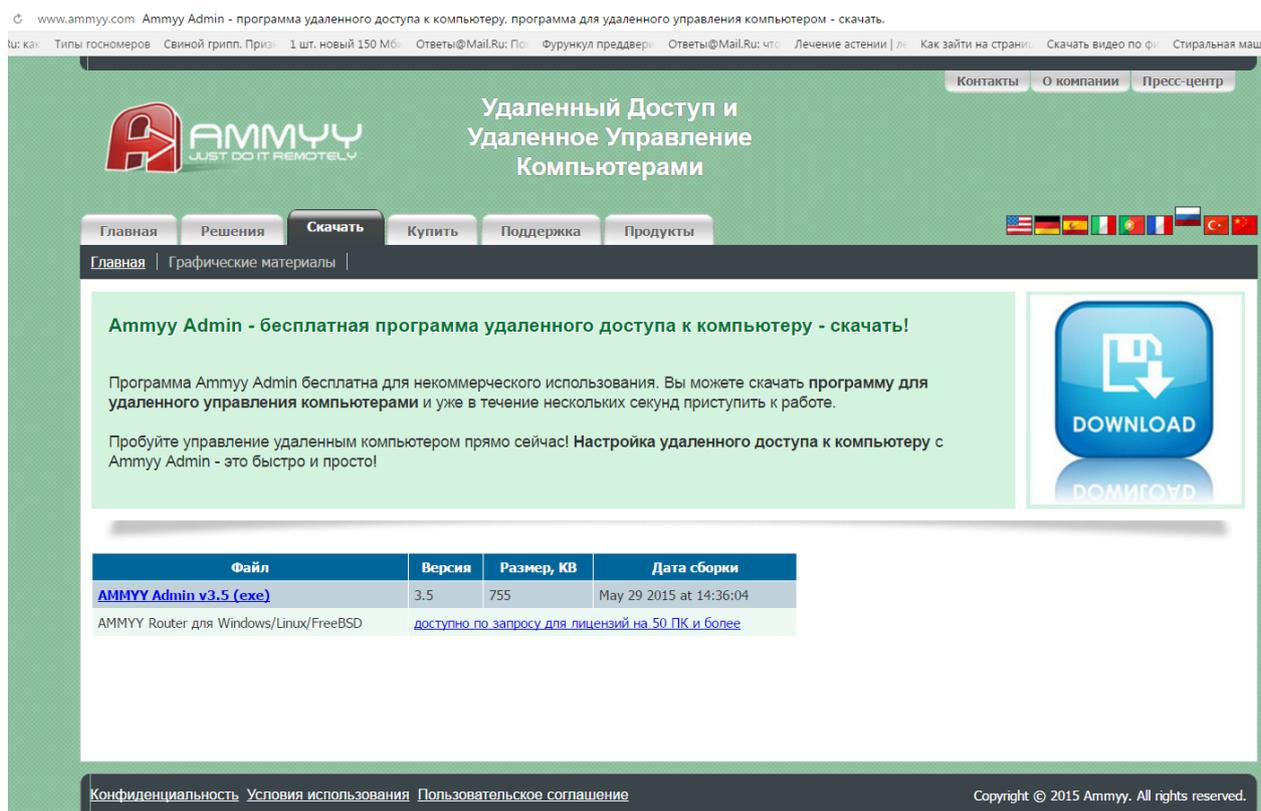
**Захарова Наталья Ивановна**

*научный руководитель, доц., Северо-Кавказский Федеральный Университет,  
институт информационных технологий и телекоммуникаций,  
РФ, г. Ставрополь*

В данной статье рассмотрена одна из возможностей реализации дистанционного обучения. Для данной реализации потребуется компьютер и интернет. Например, студент заболел и не может посетить учебное заведение, но при помощи программы Ammyu Admin студент может выполнить лабораторную работу на компьютере университета находясь дома за своим собственным компьютером. Программа Ammyu Admin является системой удалённого доступа и администрирования, созданная компанией Ammyu Group, позволяет безопасно и быстро получить удаленный доступ посредством Интернет к компьютеру учебного заведения, находящегося в компьютерном классе[1]. Управление осуществляется в режиме реального времени. Используя

При помощи Ammyu Admin можно контролировать манипулятор мышь и устройство ввода – клавиатуру, открывать программы, осуществлять передачу файлов, вести диалог со студентами своей группы или с преподавателем при помощи голосовой связи. Программа доступна как в коммерческом, так и в некоммерческом доступе. При некоммерческом использовании существует ограничение равное 15 часам в месяц при работе с удалённым соединением [4].

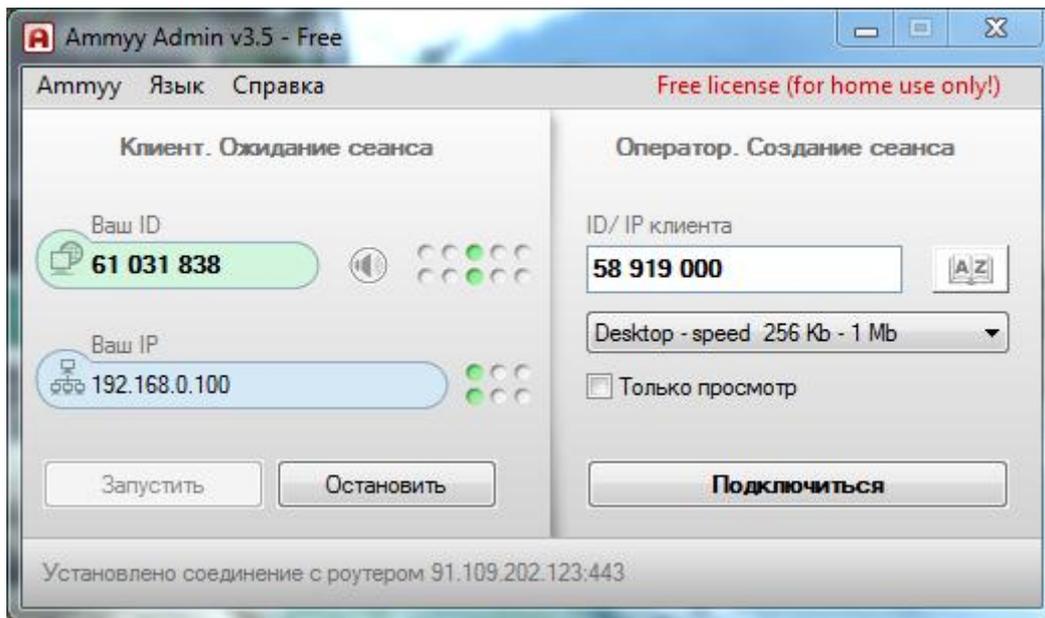
Скачать программу можно на официальном сайте [1].



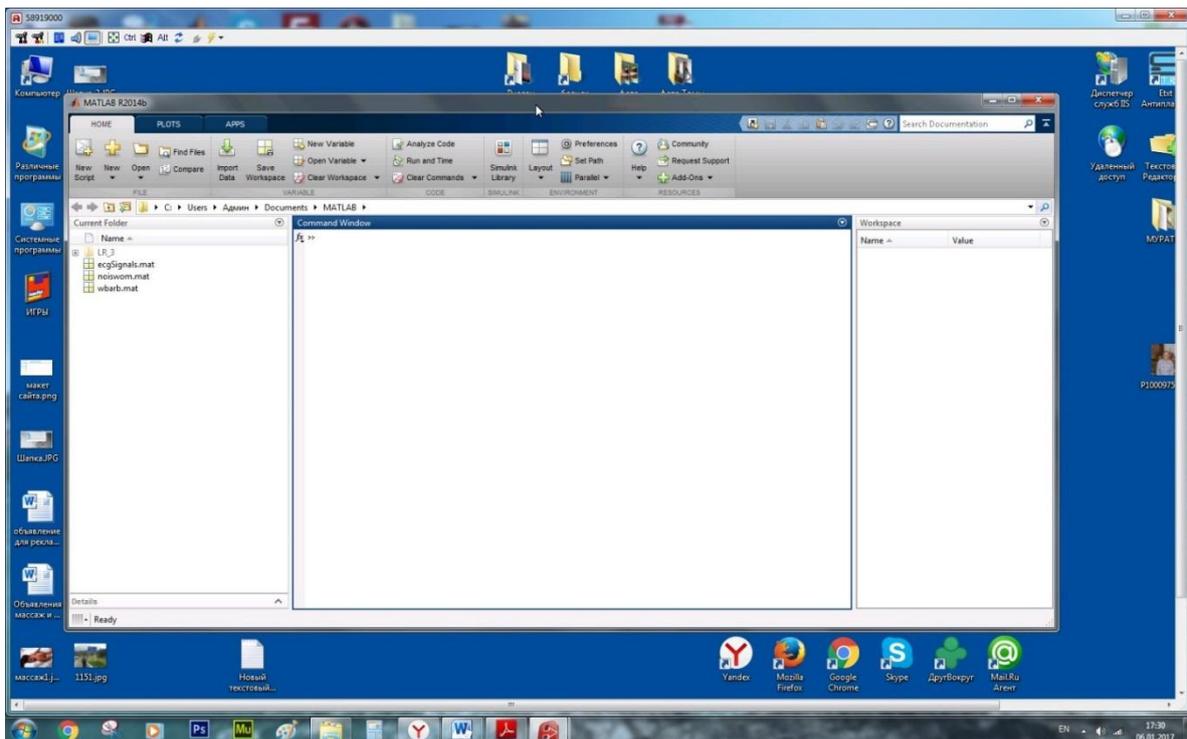
**Рисунок 1. Официальный сайт программы**

Ammyy Admin работает через NAT (Network Address Translation – «преобразование сетевых адресов»), поэтому не требуются внешние IP-адреса, а также дополнительное ПО и настройка переадресации портов. Все передаваемые данные шифруются при помощи гибридного алгоритма Advanced Encryption Standard AES-256 + RSA с различными ключами для каждой сессии. Приложение является прозрачным для всех известных сетевых экранов (Firewall). Работает оно через HTTPs Proxy. Ammyy Admin полностью совместим с VNC, Terminal Server и другими разновидностями программ предназначенных для удаленного доступа [1].

После открытия программы необходимо в поле «ID/IP клиента» ввести ID компьютера учебного заведения, далее преподаватель, находящийся в компьютерной аудитории должен подтвердить подключение [2]. После чего на рабочем столе студента открывается окно с рабочим столом компьютера в аудитории (рисунок 2).



*Рисунок 2. Открытие программы*



*Рисунок 3. Рабочий стол компьютера в учебном заведении*

Особенности Ammyu Admin:

- Программа не требует установки.
- Отсутствует необходимость перенастройки сетевых экранов и Firewall.
- Наличие опции только для просмотра (без возможности изменения чего-либо на удаленном компьютере).

- Аутентификация прав на основе ID аппаратного обеспечения и/или по паролю.

- Совместимость с существующими программами удалённого доступа: VNC, Terminal Server и другими.

- Поддержка Microsoft Remote Desktop Protocol (RDP).

- Возможность работать как системный сервис (удаленное администрирование серверов).

- Возможность осуществления удаленной перезагрузки, входа в систему, выхода, смену пользователей.

- Аудио чат.

- Наличие файлового менеджера (обмен файлами и папками).

- Ручная и автоматическая настройка скорости работы (быстродействие/качество изображения).

Безопасность Ammyu Admin:

- Абсолютно все данные в Ammyu Admin зашифрованы при помощи гибридного алгоритма шифрования по стандартам AES-256 + RSA (по умолчанию только AES-256), а также для каждой сессии используются различные ключи шифрования.

- Не открываются порты на локальном и удаленном компьютере.

### **Список литературы:**

1. AMMY JUST DO IT REMOTELY Удаленный доступ и Удаленное управление компьютером – [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <http://www.ammyu.com/ru/>.
2. JTechnology Новости высоких технологий – [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <http://jtechnology.ru/ammyu-admin/>.
3. LIVEJOURNAL – [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <http://cracklover.livejournal.com/6965.html>.
4. Стас Фалькович персональный блог – [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <https://stasfalkovich.com/udalennoe-upravlenie-kompyuterom-obzor-ammyu-admin/>.

## ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ E-LEARNING

**Калугина Виктория Сергеевна**

*магистрант 2 курса, кафедра информационных систем и технологий,  
Северо-Кавказский федеральный университет,  
РФ, г. Ставрополь*

**Захарова Наталья Ивановна**

*научный руководитель, доц., кафедра информационных систем и технологий,  
Северо-Кавказский федеральный университет,  
РФ, г. Ставрополь*

**Краюткина Елена Васильевна**

*научный руководитель, канд. физ.-мат. наук, доц. ФГАОУ ВПО «Северо-  
Кавказский федеральный университет»,  
РФ, г. Ставрополь*

За последние десятилетия совершенствование компьютеров и стремительный рост сети интернет подняли на высокий уровень развитие информационного общества. В данном обществе главным ресурсом является информация, имея сведения о разных процессах и явлениях можно продуктивно строить любую деятельность. Основу информационного общества формирует система непрерывного, открытого образования. Любые изменения в системе образования обязательно касаются и образовательного процесса. В системе обучения произошло переосмысление, изменения традиционных методик в связи с введением в процесс информационных технологий.

Внедрение персонального компьютера в сферу образования стало новым этапом не только в преобразовании традиционных методов и технологий обучения, но и всей отрасли образования в целом. Появилась система электронного обучения e-Learning. Для российской системы образования “Electronic Learning” (e-learning) – сравнительно новый термин. В законе «Об образовании в Российской Федерации» электронное обучение определяется как организация образовательной деятельности с применением используемой при реализации образовательных программ информации и обеспечивающих ее обработку информационных технологий, технических средств, а также

информационно-телекоммуникационных сетей, обеспечивающих передачу по линиям связи указанной информации, взаимодействие обучающихся и педагогических работников [3, ст.16].

Главной особенностью электронного обучения является то, что студенты самостоятельно и интерактивно работают с учебными материалами, которые включают в себя видеоуроки, презентации, аудиофайлы, методические рекомендации, а затем выполняют задания к темам, проходят текущее и контрольное тестирование.

Существует большое количество средств информационно-коммуникационных технологий, используемых в образовании. Но их перечень продолжает регулярно увеличиваться. Это и компьютеры, планшеты, ноутбуки, интерактивные доски, а также проекторы, мобильные телефоны, глобальные и локальные сети, принтеры, ксероксы, сканеры, видеокамеры, звуковые колонки и другое. Сейчас развитие электронного обучения полностью зависит от развития носителей информации, а электронные учебники, которые необходимы в обучении и имеют возможность полностью раскрыть его потенциал, пока или разрабатываются, или не находят должного применения.

Технологии и средства e-Learning дают возможность:

- проводить обучение в различных формах, используя синхронное и асинхронное, а также смешанное обучение;
- организовать разными способами коммуникацию участников электронного обучения;
- использовать современные информационно – коммуникационные средства обучения (тренажеры, тесты, симуляции, имитационное моделирование и т.д.);
- обеспечить необходимый доступ к систематизированным электронным библиотекам;
- организовать совместную работу слушателей дистанционного обучения.

На данный момент важнейшим аспектом организации обучения, проводимого в рамках Electronic Learning, является организация активного

взаимодействия слушателя с обучающей системой, а также взаимодействия всех участников процесса. Для этого используется большой диапазон средств, одни из них предоставляется системой дистанционного обучения, а другие остальными информационными системами, которые составляют среду электронного обучения.

Средства организации взаимодействия пользователей e-Learning чаще всего используются совместно с дистанционными курсами. Но чаще всего они являются основным средством обучения. Например, так происходит при проведении вебинаров (онлайн-семинаров), которые в наше время стали самым распространённым средством организации электронного обучения.

Важным элементом организации Electronic Learning также является создание систематизированных тематических электронных библиотек. В таких библиотеках содержится материал, который требуется для обучения, проводимого в рамках e-Learning, а также материал, который необходим пользователям электронного обучения, для выполнения их служебных обязанностей.

Технологии e-Learning могут использоваться почти во всех областях образования. Они предоставляют возможность человеку получить необходимое образование без отрыва от места жительства. Но наибольшее применение электронное обучение получило в рамках повышения квалификации персонала, в частности педагогических кадров, которое происходит регулярно.

Еще одним направлением применения технологий Electronic Learning стало обучение в рамках высшего образования. Особенно популярны e-Learning технологии при организации получения второго высшего образования. Очень важна для обучающихся возможность получения образования без отрыва от производства, дома, семьи.

Очень важным является то, что сегодня электронное обучение используются практически во всех предметных областях, как в филологии, общественных и естественных науках, так и математике. Electronic Learning

технологии применяются даже в такой сложной сфере, как обучение иностранным языкам.

Разработанный или приобретенный вузом учебно-методический комплект для дистанционного обучения можно использовать в учебном процессе, реализуя его в соответствующих педагогических технологиях, совмещающие методы индивидуализированного преподавания и проблемного обучения.

При дистанционном обучении аналогом учебно-методического комплекта становится электронный учебник (ЭУ). Например, предлагается понимать под электронным учебником объединение частей, которые показаны на рисунке 1.

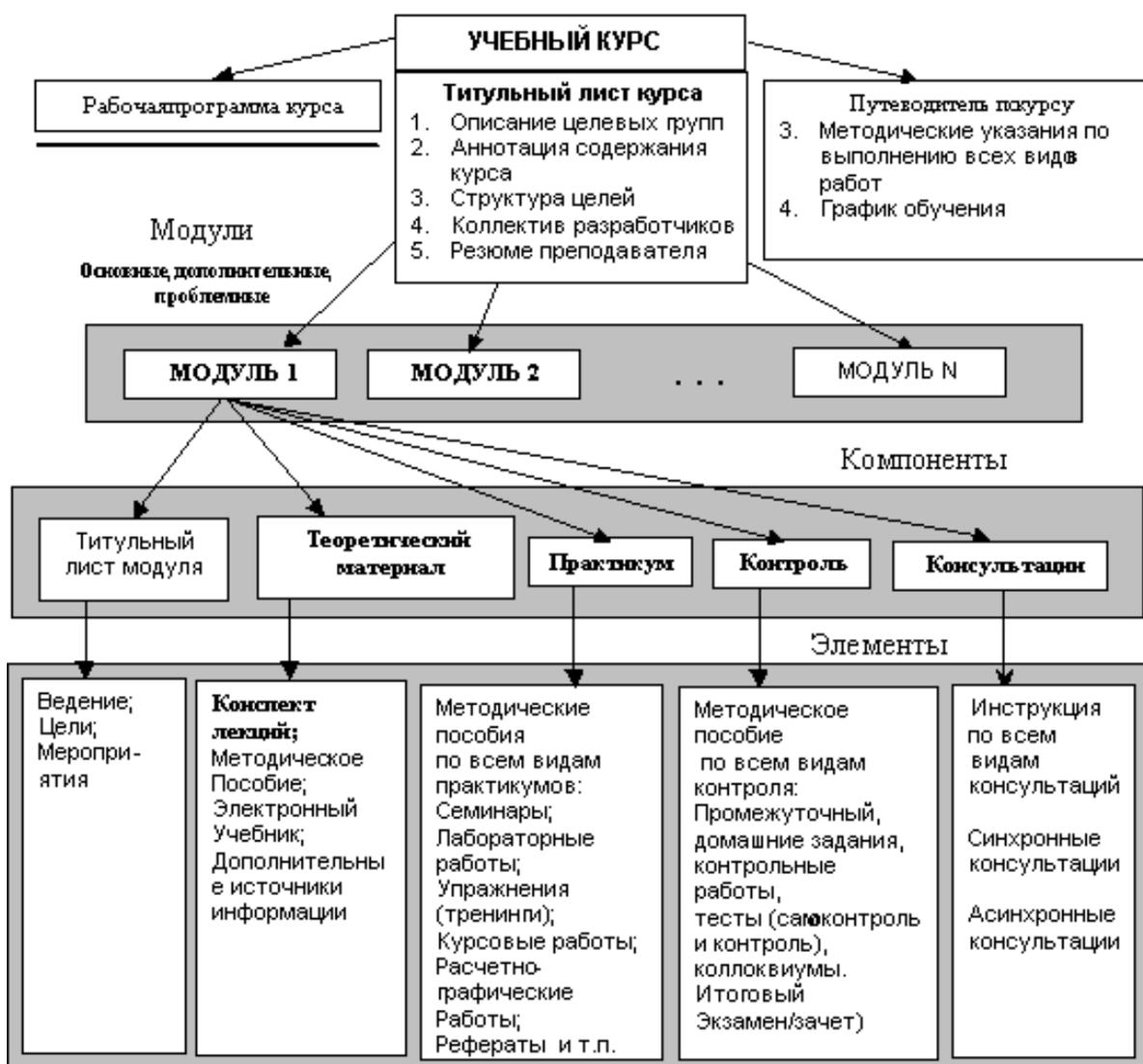


Рисунок 1. Структура электронного учебника

Важным плюсом обучения, проводимого с использованием технологий e-Learning, в сравнении с традиционным очным обучением является его личностная направленность. Слушатель электронного обучения может самостоятельно:

- определить скорость ознакомления с учебным материалом;
- выбрать удобные временные рамки обучения;
- решить, в какой последовательности будет проходить знакомство с материалом.

Использование технологий e-Learning позволяет получить намного больше информации необходимой для оценки знаний, умений и навыков, полученных в результате проведенного обучения. В том числе о времени, которое затрачивается на прохождение тестовых заданий, количество попыток, определять вопросы или задания, вызвавшие наибольшие трудности. При наличии подобной информации можно намного гибче управлять проводимым обучением.

Еще одним важным преимуществом обучения, которое проходит с применением в процессе технологий e-Learning, является использование большого спектра различных средств обучения: визуальные, аудиальные или аудиовизуальные. Эти средства могли быть использованы и при проведении традиционного очного обучения, но не были задействованы, а электронное обучение требует обязательного их использования в процессе. В итоге Electronic Learning или электронное обучение оказывается чаще эффективнее в сравнении с результатами традиционного обучения студентов.

Уже сегодня очевидно, что электронное обучение это не короткое увлечение, а необходимость нашего времени. В качестве недостатков (минусов) электронного обучения чаще всего приводятся:

- высокая зависимость организации обучения от технического оснащения учебного заведения;
- дефицит квалифицированных педагогических кадров в сфере e-learning;

- отсутствие возможности быстрой передачи данных в рамках обучающей системы.

Конечно, перечисленные проблемы при внимательном рассмотрении не являются недостатками модели электронного обучения, их нужно считать определёнными трудностями, которые возникают в процессе её реализации в учебном заведении.

### **Список литературы:**

1. Обзор Мирового и российского рынка электронного обучения, 2012. Режим доступа: <http://seemedia.ru/wp-content/uploads/E-learning.pdf> (дата обращения 10.01.2017).
2. Сагунина А.Е. Электронное обучение: плюсы и минусы. Материалы конференции // Вопросы современной науки и практики. №1. 2006. С.89–90.
3. Федеральный закон РФ «Об образовании в Российской Федерации» № 273-ФЗ. Текст с изменениями и дополнениями на 2014 год – М.: Эксмо, 2014. – 144с.
4. Anohina A. Analysis of the terminology used in the field of virtual learning / Educational Technology & Society, 8(3), 2005. P.91–102.

## **ИННОВАЦИОННЫЕ ПЛАНЕТАРНЫЕ РЕДУКТОРА И ПЕРЕДАЧИ, ИСПОЛЬЗУЮЩИЕСЯ В ВЕТРЯНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ**

***Каньязов Курбанияз Ажиниязович***

*студент 2 курса, кафедра «Теплоэнергетика» ТГТУ,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

***Максудова Насима Атхамовна***

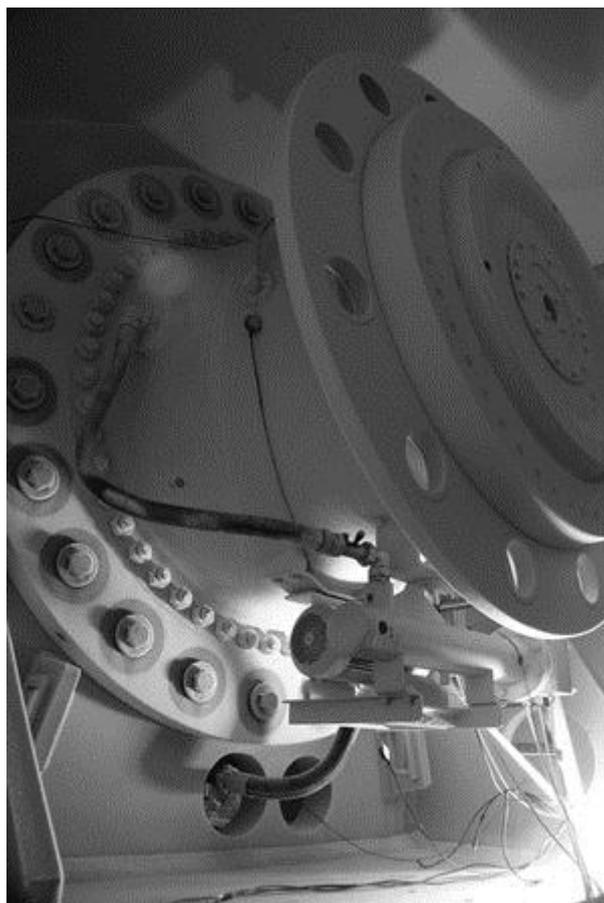
*научный руководитель, старший преподаватель ТГТУ,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

В статье приводится общий обзор планетарных редукторов и передач используемые в ветряной энергетике, а также экономические показатели, преимущества и технические характеристики.

В последние три года в дизайне высокомоментных электростанций, использующих энергию ветра, сформировались два основных направления. В одном из них используется приводное оборудование с редуктором. Во втором, возникшем позднее, – оборудование без редуктора с низкоскоростным многополярным генератором. Следует упомянуть, что в первом и во втором направлении их потребители сталкиваются с определенными проблемами: в первом случае – надежностью редуктора, во втором – высокой стоимостью генераторов, которые изготавливаются из дорогостоящих редких металлов. Для дизайна электростанций именно с приводным оборудованием Wikov предлагает высоконадежные, концептуально новые редукторы. Конкурирующие производители редукторов используют для диапазона мощности 2–5 MW классическую конструкцию размещения компонентов оборудования с одной или двумя громоздкими планетарными ступенями с обычным неподвижным размещением компонентов с одной или двумя цилиндрическими передачами.

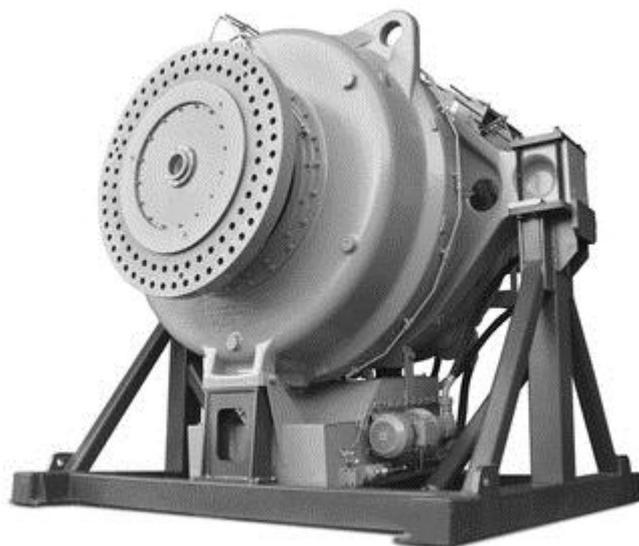
Компания Wikov MGI в сотрудничестве с компанией Czech ORBITAL 2 использует принципиально иное техническое решение, применяя гибкие элементы, которые идеально приспособляются к внезапным изменениям условий, преобладающих в ветряной энергетике, а не ставя целью сконструировать отдельные элементы настолько массивными, чтобы последние могли выдержать сверхнагрузки.

Такое решение позволяет Wikov MGI выпускать планетарные редукторы более компактными, с меньшим весом и, что особенно важно, с сохранением таких же или даже более высоких нагрузок. Следует так же отметить, что декларированный срок службы редукторов Wikov – 20 лет (по сравнению с 6–7 годами для редукторов, выпускаемых иными производителями).



*Рисунок 1. Разделение мощности на две мощностных ветви – дифференциальная ступень*

В отличие от большинства конкурирующих компаний Wikov применяет в своих редукторах разделение мощностного потока. Использование такого решения позволяет снизить общий вес редукторов, так как отдельные элементы приводного механизма уже не должны проектироваться с учетом переноса 100% мощности, а лишь на 60–70%. Разделение мощностного потока достигается использованием дифференциальной планетарной ступени вместо обычной планетарной.



*Рисунок 2. Гибкие валы*

Все планетарные передачи редукторов Wikov изготавливаются с использованием технологии «Гибких валов» с защитой против перегрузок. Использование такого конструктивного решения по размещению отдельных элементов обеспечивает равномерное распределение нагрузки по всей ширине зубозацепления редуктора. Благодаря такому эффекту предполагается дополнительное снижение веса зубчатых деталей обеих планетарных ступеней, так как возможно использование меньшего модуля или ширины зубозацепления в результате снижения износа боковых поверхностей зубьев. Особого внимания заслуживает также снижение уровня шума и вибрации редуктора. Кроме того, благодаря технологии гибких валов в редукторах Wikov MGI возможно использование большего их количества в одной планетарной ступени, что также является положительным отличием продукции Wikov в сравнении с изделиями конкурентов. Так в конструкции редукторов конкурентов используется обычно 3, а в редукторах Wikov 5–8 планетарных деталей, что увеличивает эффект равномерного распределения нагрузки и значительно повышает срок службы всего механизма.

### **Преимущества редукторов Wikov**

Для серии (2–5 MW) достигается оптимальное соотношение массы и крутящего момента на выходе – от 5 до 30% снижения величин. Редукторы

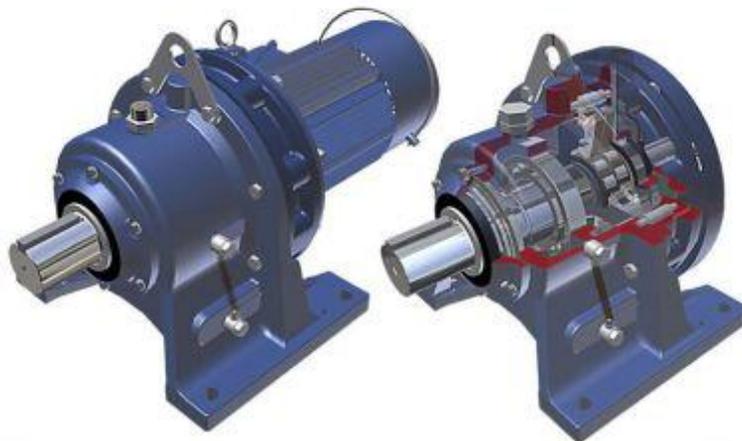
конкурентов обычно сконструированы на срок 6–7 лет. Срок службы редукторов Wikov рассчитан на 20 лет. Средний срок службы электростанции, использующей энергии ветра – также 20 лет. В течение 20-ти лет срока службы электростанции необходимо минимум 2 раза демонтировать редуктор из гондолы и провести замену подшипников и зубчатых колес в специальном сервисном центре. Затраты на одну замену редуктора в 2MW – около 90.000–100.000 EUR плюс затраты на логистику (краны, транспорт) – около 20.000–40.000 EUR. Общие затраты за весь срок службы ветряной электростанции составляют 2x110.000–140.000 EUR, т.е. 220.000-280.000 EUR на одну ветро турбину. Инновационное решение Wikov позволяет почти полностью исключить такие затраты.

В силу того, что редукторы Wikov имеют меньший вес, значительная экономия достигается уже при строительстве электростанции, так как используются меньшие краны – экономия в среднем 6.000-10.000 EUR на турбину. Гондола может в этом случае быть также более легкой. Исходя из того, что рынок развивается в направлении высоких мощностей (более 2MW), можно с уверенностью заявить, что заказчик при использовании решений Wikov будет достигать более высоких значений экономии в сравнении с использованием изделий конкурентов.

### **Планетарная передача**

Циклоидная (планетарно-цевочная) передача имеет ряд выдающихся преимуществ, которые позволяют ей превосходить традиционную редукторную передачу с зубчатым зацеплением. Главный секрет циклоидной (планетарно-цевочной) передачи - отсутствие напряжений изгиба (на все элементы передачи действуют только силы сжатия), а также отсутствие трения скольжения - только трение качения. Благодаря большому количеству точек контакта в любой момент времени, в отличие от зубчатой передачи, где нагрузка приходится на отдельные зубья шестерни, циклоидные (планетарно-цевочные) редукторы способны выдерживать высокие ударные нагрузки в приводе – до 500% от номинального крутящего момента. Циклоидные (планетарно-цевочные)

редукторы вот уже более 70 лет подтверждают свою отменную репутацию высоконадежного и имеющего большой ресурс вида передачи с высоким КПД.



*Рисунок 3. Планетарная передача Drive 6000*

Типоразмеры	34 типоразмера
Крутящий момент	7,2...68200 Нм
Мощность электродвигателей мотор-редукторов в стандартном исполнении	0,12...55 кВт
Передаточные отношения	6:1...119:1 (одноступенчатые) 104:1...7569:1 (двухступенчатые) 8041:1...неограниченно (трехступенчатые)
Монтажные варианты	на лапах, фланцевое; горизонтальное или вертикальное (выходным валом вверх или вниз)
Стандарты электродвигателей	NEMA, IEC, JIS, UL, CSA, CER

*Рисунок 4. Технические характеристики планетарной передачи Drive 6000*

**Преимущества:**

- Стойкость к ударным нагрузкам в приводе – до 500% от номинального крутящего момента;

- Большой ресурс работы при минимальных требованиях к обслуживанию;
- Высокий КПД (95%);
- Низкий уровень шума, вибраций, низкий люфт;
- Компактная конструкция при высоких передаточных отношениях;
- В малых типоразмерах консистентная смазка закладывается на заводе на весь срок службы во все редукторы;
- Гарантия – 2 года.

### **Список литературы:**

1. Альтернативная энергетика. Ветряная энергетика: [http://www.sumitomo-drive.ru/catalog/motor\\_reductor/66/](http://www.sumitomo-drive.ru/catalog/motor_reductor/66/).
2. Серия планетарных редукторов для ветро-электростанций мощностью 2–5 МВт: <http://base.icsti.su/index.php/2015-02-27-08-29-23/81-seriya-planetarnykh-reduktorov-dlya-vetro-elektrostantsij-moshchnostyu-2-5-mvt-series-of-planetary-gearboxes-for-wind-power-plants-with-a-power-of-2-to-5-mw>.

## ШИФРОВАНИЕ ТЕКСТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ШИФРА ЦЕЗАРЯ

***Вдовенко Сергей Геннадиевич***

*студент Ставропольского государственного педагогического института,  
РФ, г. Ставрополь*

***Ковачева Ксения Александровна***

*студент Ставропольского государственного педагогического института,  
РФ, г. Ставрополь*

***Оленев Александр Анатольевич***

*научный руководитель, доц. кафедры математики и информатики,  
Ставропольского государственного педагогического института,  
РФ, г. Ставрополь*

На протяжении всей многовековой истории человечества многих людей всегда интересовала возможность обмениваться сообщениями, содержащими какую-либо информацию. Поэтому с ранних веков люди постоянно придумывали разнообразные способы и средства, для того чтобы передавать и сохранять определенные сведения. При этом для отображения или фиксирования информации для её передачи и приема, а также для хранения данных люди с древних времен используют всевозможные системы условных обозначений, знаков, символов и сигналов. Главными требованиями, предъявляемыми к таким системам кодирования, является не только обеспечение возможности отображения, передачи и сохранения сведений, но и сравнительно легкое понимание смысла и содержания информации, которую несет тот или иной символ или знак [2].

Наиболее известным из древних шифров замены является шифр Цезаря, названный так в честь римского императора Гая Юлия Цезаря. Данный шифр один из самых изученных в сфере криптографии и является исключительно полезным, потому что иллюстрирует принципы модульной арифметики, одной из математических основ написания закодированных посланий [4].

Принцип сокрытия информации, использовавшийся в этом шифре, был очень простым. Каждая буква шифруемого послания заменялась другой буквой, которая в алфавите располагалась на определенном месте после буквы

открытого текста. Получателю сообщения достаточно было знать, на какое количество позиций следует производить смещение букв для их замены. Исходя из приведенного описания, безошибочно можно определить, что шифр Цезаря относится к классу шифров замены.

Главной составляющей шифра Цезаря является ключ, который определяет выбор конкретного варианта преобразования для кодирования и декодирования из множества преобразований, составляющих шифр Цезаря [5].

Специалисты, до сих пор, расходятся во мнениях о том, из скольких позиций состоял шифр Цезаря. Некоторые ученые считают, что текст смещался на 4 позиции, другие же утверждают, что на 3 позиции относительно первоначальной буквы. Так же нет ответа на то, в какую именно сторону смещался алфавит [1].

Будем считать, что алфавит смещался на 3 позиции вправо, таблица шифра Цезаря для латинского алфавита будет выглядеть следующим образом:

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C

Так, например, известная фраза Юлия Цезаря «Veni, vidi, vici» с ключом – 3 (вправо), будет иметь следующий вид:

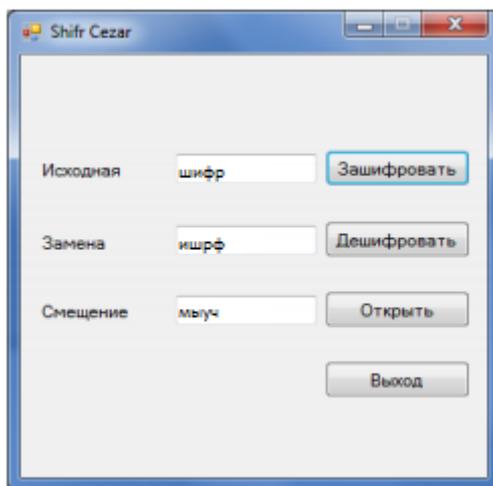
ҮНQL, YLDL, YLFL.

В случае описанного шифра Цезаря, при перехвате послания, если дешифровщик знает лишь, какой алгоритм использовался, но не знает ключа, то ему потребуется перебрать все возможные варианты смещения, пока не получится послание, имеющее смысл [3].

Данный шифр Цезаря можно представить с помощью программы Maple. При запуске созданного Maple высвечивается окно, которое включает в себя 3 формы с текстовыми полями и основные пользовательские кнопки управления.

Для того чтобы зашифровать текст необходимо ввести его в поле под названием «Исходная» и нажать кнопку «Зашифровать» (рис. 1). При нажатии кнопки происходит автоматическое заполнение двух пустых полей и на экран

выводится сообщение, которое предлагает записать данный результат шифрования в новый файл. Если поле «Исходная» является пустым, то программа предлагает зашифровать текст из файла. Это удобно тогда, когда файл записан, но информация в нем не защищена.

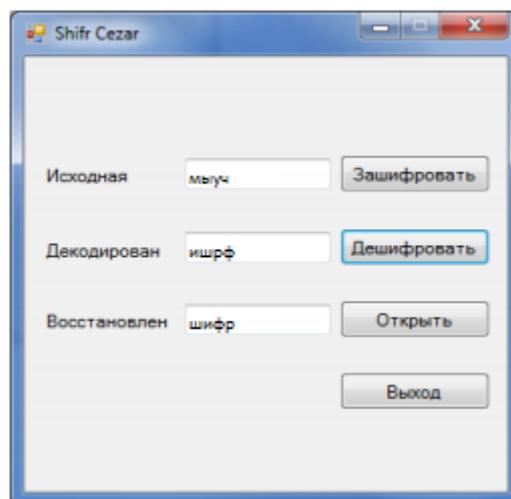


***Рисунок 1. Процесс шифрования информации***

При дешифровании текста происходит автоматическое чтение из записанного файла. При нажатии кнопки «Дешифровать» происходит процесс заполнения всех полей дешифрованным текстом, который так же можно записать в файл (рис. 2).

Для того чтобы просмотреть файл, в который осуществлялась запись зашифрованного и дешифрованного сообщения, необходимо нажать кнопку «Открыть», которая выдаст на экран всю проделанную работу в данной программе.

Для выхода из программы необходимо нажать кнопку «Выйти».



**Рисунок 2. Процесс дешифрования информации**

На основе вот таких простых методов шифрования, как шифр Цезаря, развивалась наука криптография, создавая всё более сложные способы кодирования информации. Сегодня криптографические методы нашли широкое применение не только для защиты информации от несанкционированного доступа, но и в качестве основы многих новых информационных технологий.

### **Список литературы:**

1. Гатчин Ю. А., Коробейников А.Г. Основы криптографических алгоритмов. – СПб: ГИТМО(ТУ) 2002. – С. 29.
2. Крупенкова Т.Г. Криптографические средства защиты информации в 2 ч. Ч. 1. – Минск: БНТУ – 2012. – С.83.
3. Бабаш А.В., Баранова Е.К., Мельников Ю.Н. Информационная безопасность // Лабораторный практикум. – М: КНОРУС – 2016. – С.132.
4. Новиков Е.А., Шитов Ю.А. Криптографические методы защиты информации. – Красноярск – 2008. – С.178.
5. Красильников В.В., Оленев А.А., Тоискин В.С., Тынчеров К.Т. Простейшие криптографические преобразования в среде MAPLE. – Актуальные вопросы инженерного образования – 2016: сборник научных трудов Международной научно-методической конференции. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – С. 291–298.

## ПОДЪЕМНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ЕГО МОДЕРНИЗАЦИЯ

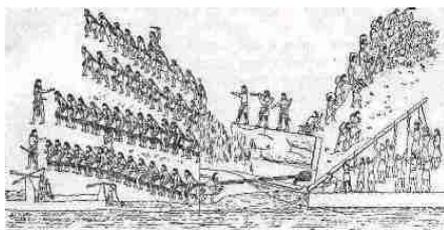
**Косухина Мария Сергеевна**

*студент, Югорский государственный университет,  
РФ, г. Ханты-Мансийск*

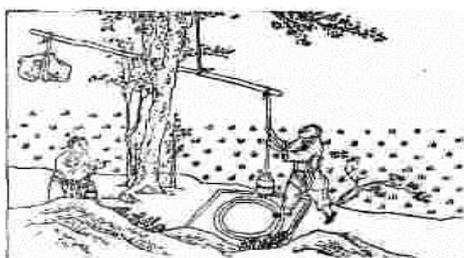
**Архипова Ольга Владимировна**

*научный руководитель, доц., Югорский государственный университет,  
РФ, г. Ханты-Мансийск*

Подъемное оборудование и её история возникла еще в древности. Устройство первого грузоподъемника состояло из рычагов, наклонных плоскостей и катков (рисунок 1). Древнегреческий подъемник имело название «журавль» (рисунок 2) с немецкого языка «краних», в нашей стране его называли – «кран». Использовался «журавль» в V веке до нашей эры.



**Рисунок 1. Первый подъемник**



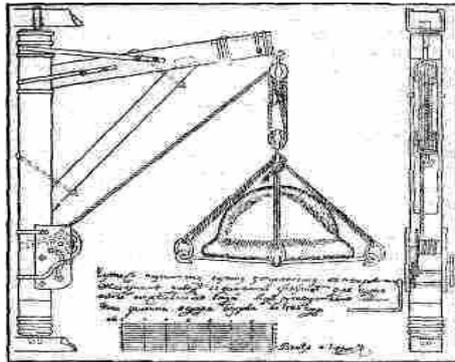
**Рисунок 2. Древнегреческий подъемник**

Для орошения земельных угодий воду на востоке и Индии. До нашей эры в Китае применялись вертикальные и горизонтальные подъемники (вороты) с ручным приводом (рисунок 3).



*Рисунок 3. Вертикальный и горизонтальный подъемник с ручным приводом*

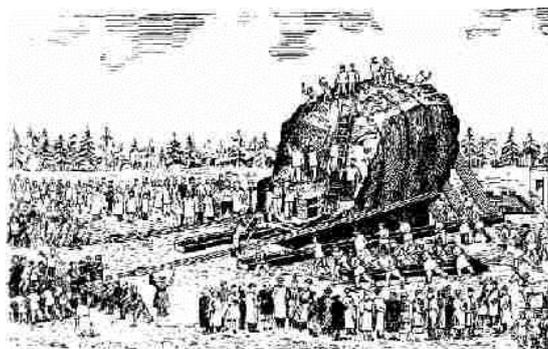
Согласно записям в России применялись различного рода подъемные средства. Например, Царь-колокол, который составлял массой 130 тонн подняли в Кремле Московии в VII веке. Поднимая его использовали различные приспособления (рычаги, противовесы, лебедки).



*Рисунок 4. Подъем Царь-колокола*

Использовали в те времена различного рода энергию для подъемного оборудования. В XVIII веке – это была сила воды, то есть водяное колесо, а так же использовали тягу человека и животного.

Удивительным фактом являлась установка цоколя памятника Петру I, которая была осуществлена в 1769 году. Материал который использовали для этого сооружения составлял массой 1000 пудов, его транспортировали к объекту строительства при использовании следующих подъемных средств: лебедки, полисмастов и катков огромного диаметром расстояния.



**Рисунок 5. Воздвижение Цоколя Петру I**

В России до периода революции на Костромском механическом заводе было введено и производилось в производство подъемных кранов.

В конце XIX века многие крупные машиностроительные заводы России производили выпуск подъемного оборудования Сормовский, Брянский, Путиловский и Коломенский заводы-изготовители

Техническая оснащенность предприятий автосервиса является неотъемлемой частью наличия подъемного оборудования.

В настоящее время используют четыре вида привода подъемного оборудования автомобилей при техобслуживании и ремонте.

Далее пойдет речь о этих видах привода подъемного оборудования

Это оборудование, как известно, может быть трех типов – с электро-, гидро- и пневмоприводом. Причем каждый из них обладает своими достоинствами и недостатками (табл. 1). Кроме того, может быть подвижным и стационарным. Наконец, одно-, двух- и даже многостоечными. В связи с этим возникает вопрос: какому из типов отдавать предпочтение?

**Таблица 1.**

**Типы привода подъемного оборудования**

Сравниваемый показатель	Тип привода подъемника		
	электрический	гидравлический	пневматический
Возможность работы в области больших нагрузок	–	+	–
Возможность работы при больших скоростях подъема и спуска автомобиля	–	+	+

Возможность дистанционного управления	+	-	-
Способность запасать (аккумулировать) энергию	-	+	+
Стоимость	+	-	-
Массогабаритные размеры	+	-	-
Пожаро- и взрывобезопасность	-	+	-
Экологичность	-	-	+
Ремонтопригодность	+	-	-
Фиксация автомобиля в поднятом состоянии	+	-	-

Начнем с того, что подавляющее большинство выпускаемых подъемников – двухстоечные стационарные. Они, по сравнению, с передвижными обладают тем преимуществом, что обеспечивают большую устойчивость поднятого автомобиля и тем самым повышают безопасность и удобство выполнения работ исполнителем. Тем не менее передвижные подъемники также находят применение, поскольку не требуют выполнения монтажно-установочных работ и устройства фундамента, позволяют использовать их на любой ровной площадке, в том числе и вне помещений. После выполнения работ такие подъемники могут быть удалены с занимаемого ими места, которые потом используются для других работ или оборудования. Маневренность передвижных подъемников позволяет при необходимости изменить технологический маршрут ТО и ТР автомобилей, что нередко используется на малых СТОА или в стесненных производственных площадях [1].

Одностоечные подъемники тоже вполне применимы, так как обладают рядом несомненных достоинств.

Во-первых, такой подъемник дает исполнителю большую, чем, скажем, двухстоечный подъемник, свободу передвижения вокруг автомобиля, обеспечивает свободный доступ к нижним его частям. Во-вторых, автомобиль очень легко въезжает на такой подъемник. В-третьих, для одностоечного

подъемника не требуется специального фундамента, значит, он дешевле двух- и многостоечного.

Однако у одностоечного подъемника есть два существенных недостатка: сила  $F$  веса (подъема) автомобиля прикладывается к одной стойке, что заставляет делать ее довольно массивной и стабилизации автомобиля на нем (в одной точке) всегда менее надежна, чем на двухстоечном подъемнике. Значит, и ниже уровень безопасности работ. Поэтому предприятия автосервиса отдают предпочтение подъемникам двухстоечным.

Теперь обратимся к табл. 1, что позволит сориентироваться в достоинствах и недостатках электро-, гидро- и пневмоподъемников.

Как видим, каждый из приводов действительно имеет свои преимущества и недостатки. Поэтому в настоящее время большинство малых СТОА оснащаются подъемниками с электромеханическим приводом: они дешевле.

Модернизация заключается в снижении грузоподъемности двухстоечного стационарного подъемника с 30 до 20 кН, что позволяет уменьшить высоту профиля балок подхвата и, в итоге позволяет уменьшить минимальную высоту клиренса автомобилей заезжающих на обслуживание, что особенно важно для легковых автомобилей.

В ходе модернизации определяем силы и моменты возникающие в приводе при работе подъемника с целью подбора оптимального по энергопотреблению электродвигателя, а также производим расчет силовых элементов подхватов.

Все начинается с подбора электродвигателя – первый этап.

Определим крутящий момент потребный для вращения грузового винта по формуле №1 при максимальной нагрузке в соответствии с методикой [1, с 25–34]. Далее определяется тангенс угла по формуле №2. Для однозаходной резьбы формула №3. Вертикальная осевая нагрузка на грузовой винт определяется по зависимости №4. Определим потребный крутящий момент электродвигателя формула №5. Определим частоту вращения грузового винта по формуле №6. Определяем частоту вращения вала двигателя по формуле № 7. Определяем потребную мощность двигателя по формуле №8. Согласно ГОСТ 19523-81

выбираем электродвигатель мощностью  $N \geq N_{эд}$  с частотой вращения вала близкой к  $n'$ . Данным требованиям удовлетворяет асинхронный двигатель 4А100L6 мощностью  $N = 2,2$  кВт и частотой вращения вала  $n_{дв} = 950$  мин<sup>-1</sup>.

Следующий этап расчет балки выдвижной

Расчет производим в соответствии с методикой [2, с 67–83].

Материал изготовления сталь 45. Расчет сечения короба балки производим из условия прочности на изгиб по формуле №9. Крутящий момент на изгиб определяется по формуле №10.

Предполагаем, что масса, приходящаяся на ведущую ось поднимаемого автомобиля составляет 60% от общей массы. Тогда осевую нагрузку принимаем из условия №11.

Расчет винта опорного.

Расчет производим в соответствии с методикой [1, с 25–34]. Средний диаметр резьбы  $d_2$  винта из условия на сжатие формула № 12. По справочнику принимаются параметры резьбы грузового винта, средний диаметр которой имеет ближайшее большее значение к расчетному. Выбираем резьбу со следующими параметрами: тип - однозаходная, трапецеидальная (ГОСТ 9894-73), угол профиля 30°, угол наклона рабочей грани профиля  $\gamma = 15^\circ$ ; диаметр средний  $d_2=14$  мм, диаметр наружный  $d=16$  мм, диаметр внутренний  $d_1=11,5$  мм, шаг резьбы  $S=4$  мм

Расчет гайки направляющей Расчет производим в соответствии с методикой [1, с 25–34].

Материалом для изготовления направляющей гайки выбираем сталь 45.

Параметры резьбы гайки принимаем: диаметр наружный  $d'=16,5$  мм, диаметр внутренний  $d'_1=12$  мм.

Определяем минимальное число витков, находящихся в зацеплении

В предположении равномерного распределения нагрузки по виткам, число витков гайки определяется из условия прочности витков на срез по формуле №13.

Тогда по формуле №14 определим  $Z$ . Определение наружного диаметра гайки.

Наружный диаметр гайки  $D$  определяется из условия прочности гайки на растяжение силой  $F_x$  по формуле №15. Диаметр определим по формуле №16. Минимальная толщина стенки должна составлять не менее 5 мм. Тогда принимаем наружный диаметр гайки направляющей  $D_1 = 30$  мм. Высоту гайки принимаем равной высоте короба балки выдвигной –  $H = 50$  мм.

Следующий этап расчет балки поворотной

Расчет производим в соответствии с методикой [2, с 67–83]. Произведем расчет короба балки поворотной. Материал изготовления сталь 45. Расчет сечения производим из условия прочности на изгиб по формуле №17. Крутящий момент на изгиб определяется по формуле № 18.

Следующий этап расчет оси

Материал изготовления сталь 45.

Расчет производим в соответствии с методикой [2, с 67–83]

В оси изгибающий момент  $M_{из}$  вызывает деформацию сдвига (среза) по двум плоскостям и деформацию смятия. Обычно сопротивление стали деформации сдвига ниже, чем среза. Поэтому, последней пренебрегают и ось рассчитывают только на срез.

Из условия прочности на срез имеем формула №19. Сила на срез определяется по формуле № 20. Момент на изгиб определяется по зависимости №21. Сила на срез определяется по формуле №21.

Расчет плиты опорной балки поворотной

Расчет производим в соответствии с методикой [2, с 67–83]

Материал изготовления сталь 45.

В плите сила растяжения  $F_p$ , возникающая от действия изгибающего момента – вызывает деформацию растяжения.

Из условия прочности на растяжение имеем №22.

Наиболее опасным сечением плиты является сечение, проходящее через центр отверстия, предназначенного для установки поворотной оси. Сила растяжения возникающая в данном сечении равна силе среза оси  $F_p = F_{cp}$ .

**Таблица 2.**

**Модернизация двухсточного стационарного подъемника**

№ формулы	Формула	Примечания
1	$T_{B1} = T_{B2} = \frac{F_x \cdot \frac{d}{2} \cdot \operatorname{tg}(\psi + \rho)}{\eta_{пк}}$	$F_x$ – вертикальная осевая нагрузка на грузовой винт; $d$ – средний диаметр резьбы грузового винта. В соответствии с паспортными данными подъемника П-157 /10/ $d = 39$ мм; $\eta_{пк}$ – КПД опорных подшипников качения. $\eta_{пк} = 0,99$ ; $\psi$ - угол подъема винтовой линии; $\rho$ – приведенный угол трения
2	$\operatorname{tg}\psi = \frac{\rho}{\pi \cdot d^2}$	$d$ – средний диаметр резьбы грузового винта; $\rho$ - приведенный угол трения
3	$\rho = \operatorname{arctg} \cdot \frac{f}{\cos v}$	$f$ – коэффициент трения. Для пары трения сталь-бронза $f = 0,1$ ; $v$ – угол наклона рабочей грани витка резьбы. Для трапецеидальной резьбы $\gamma = 15^\circ$
4	$F_x = F_{max} + G_K + 2 \cdot F_{TP}$	$F_{max}$ – грузоподъемность одной стойки. $G_K$ – масса каретки и подхватов подъемника.
5	$T = \frac{T_{B1} + \frac{T_{B2}}{\eta_{цп}}}{\eta_{рп}}$	$\eta_{цп} = 0,92$ – кпд цепной передачи; $\eta_{цп} = 0,95$ – кпд ременной передачи
6	$n_1 = 60 \cdot V \cdot \frac{1000}{P}$	$V$ – скорость перемещения каретки; $P$ – шаг резьбы.
7	$n_2 = n_1 \cdot u$	$u$ – передаточное число ременной передачи. Принимаем параметры ременной передачи подъемника-прототипа, тогда $u = 3,6$
8	$N_{эд} = \frac{T \cdot n_2}{9556}$	-
9	$\sigma = \frac{M_{из}}{W} \leq [\sigma_{и}]$	$M_{из}$ – изгибающий момент, действующий в сечении балки; $W$ – осевой момент сопротивления сечения. $[\sigma_{и}]$ – предел прочности материала трубы на изгиб. Для стали 45 $[\sigma_{и}] = 170$ МПа
10	$M_{из} = F_{MAX} \cdot l$	$F_{max}'$ – осевая нагрузка, действующая на винт; $l$ – расстояние от оси приложения нагрузки до наиболее нагруженного сечения.

11	$F_1 = \frac{F_{max} \cdot 60\%}{2}$	$F_{max}$ – грузоподъемность подъемника, Н
12	$d_2 = \sqrt{\frac{4F_1}{\pi \cdot [\delta]_{сж}}}$	$[\sigma]_{сж}$ – предел прочности материала винта на сжатие; Для стали 45 $[\delta]_{сж}=70$ МПа
13	$\tau_{CP} = \frac{F_1}{Z \cdot \pi \cdot d_1' \cdot k_p} \leq [\tau_{CP}],$	$K_p$ – коэффициент полноты резьбы. Для трапецеидальной резьбы $K_p=0,4$ ; $[\tau_{cp}]$ – допускаемое напряжение среза материала витков гайки. Для стали 45 $[\tau_{cp}]= 150$ МПа.
14	$Z = \frac{F_1}{[\tau_{CP}] \cdot \pi \cdot d_1' \cdot k_p}$	-
15	$\sigma = \frac{F_1 \cdot k}{\frac{\pi}{4} [D_1^2 - (d')^2]} \leq [\sigma_p],$	$k=1$ – коэффициент, учитывающий скручивание гайки; $[\sigma_p]$ – допускаемое напряжение на растяжение материала гайки. Для стали 45 $[\sigma_p]=170$ МПа
16	$D_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot F_1 \cdot k}{\pi \cdot [\sigma_p]} + (d')^2},$	-
17	$\sigma = \frac{M_{из}}{W} \leq [\sigma_{из}]$	-
18	$M_{из} = F_{max} \cdot l$	$l$ – расстояние от оси приложения нагрузки до наиболее нагруженного сечения трубчатой части балки
19	$\tau_{cp} = \frac{4F_{cp}}{\pi d^2} \leq [\tau_{cp}]$	$F_{cp}$ – сила среза; $d$ – диаметр оси. $[\tau_{cp}]$ – допускаемое напряжение среза материала витков гайки. Для стали 45 $[\tau_{cp}]= 150$ МПа
20	$F_{cp} = \frac{M_{из}}{e}$	$e$ – плечо максимального действия силы относительно осевой линии балки поворотной. $l = 45$ мм
21	$M_{из} = F_1 \cdot l$	$l$ – максимальное расстояние от оси балки поворотной до оси приложения нагрузки
22	$\sigma_p = \frac{F_p}{S_{сеч}} \leq [\sigma_p]$	$F_p$ – сила растяжения; $[\sigma_p]=170$ МПа – предел прочности материала на растяжение; $S_{сеч}$ – площадь поперечного сечения плиты в наиболее опасном сечении.

### Список литературы:

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. – М.: Машиностроение, 1992; В 1т. 616 с.
2. Грибков М., Карпекин П.А. Справочник по оборудованию для ТО и ремонта автомобилей – М.: Транспорт. 1969. – 267 с.

## **МОДЕРНИЗАЦИЯ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД НА ПРЕДПРИЯТИИ ОАО «ТЯЖМАШ»**

*Мисюрина Анна Владимировна  
студент, Тольяттинский государственный университет,  
РФ, г. Тольятти*

В статье рассматривается усовершенствование существующей системы очистки сточных вод с последующим внедрением замкнутого водооборотного цикла.

Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов в настоящее время одна из наиболее актуальных проблем современности. Промышленные предприятия и городское хозяйство – это потребители больших объемов воды и источники образования сточных вод, загрязняющих окружающую среду.

Одним из самых перспективных направлений в решении проблемы охраны водных ресурсов является снижение загрязнения окружающей среды сточными водами промышленных предприятий путем модернизации существующей системы очистки сточных вод.

Водоотведение предприятия ОАО «ТЯЖМАШ» осуществляется в сети ООО «Сызраньводоканал» и по промливневой канализации в реку Крымза.

В ООО «Сызраньводоканал» сбрасываются стоки хозяйственно-бытового происхождения и производственные, которые образуются: при закалке и промывке деталей в воде; при продувке оборотных систем; при гидроиспытаниях оборудования; в гальваническом производстве.

Стоки гальванического производства разделяются по характеру загрязнения на три группы:

1. хромсодержащие сточные воды;
2. кислотнo-щелочные сточные воды;
3. сточные воды, содержащие поверхностно-активные вещества (ПАВ) и синтетические моющие средства (СМС).

Хромсодержащие и кислотнo-щелoчные стоки проходят очистку на локальных очистных сооружениях. Стоки, содержащие моющие растворы, подвергаются нейтрализации в камере реакции.

По сети проливневой канализации в р. Крымза по двум выпускам сбрасываются поверхностные стоки, а также производственные, включающие в себя:

1. фильтрат с насосно-фильтровальной станции;
2. стоки, образующиеся при эксплуатации котельной;
3. стоки от прямоточного охлаждения оборудования.

Данные стоки проходят через сооружения локальной очистки – отстойник-маслоуловитель с гравийной загрузкой, и сбрасываются в овраг Усинский, представляющий собой очень маленький водоток, впадающий в р. Крымза.

В результате анализа фоновых и фактических концентраций веществ в р. Крымза были выявлены вещества, концентрации которых превышают ПДК: сульфаты, азот нитритный, нитрит-ион, медь, хром, железо общее. Наиболее существенны превышения по ионам тяжелых металлов.

Анализ систем водоснабжения и водоотведения показал, что на предприятии существуют следующие проблемы:

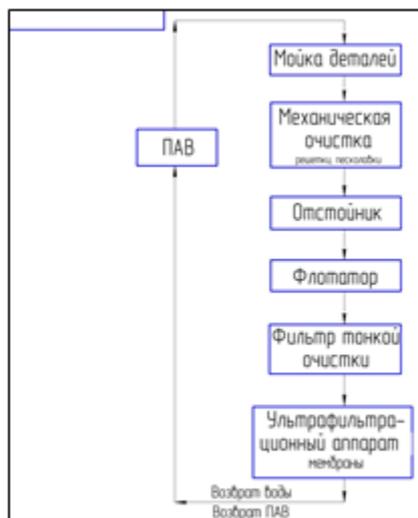
1. Отсутствие надлежащей степени очистки сточной воды.
2. Нерациональное использование пресной воды на предприятии, исходя из чего, возникает необходимость внедрения дополнительных замкнутых водооборотных циклов.

Были предложены следующие мероприятия по очистке и сбережению водных ресурсов.

### **1. Сточные воды, образующиеся при промывке деталей**

Сточная вода после промывки деталей содержит ПАВ, нефтепродукты, ионы тяжелых металлов. Для снижения нагрузки на окружающую среду предлагается следующее решение: проектирование технологической системы очистки сточной воды для технологического цикла «промывка деталей» с

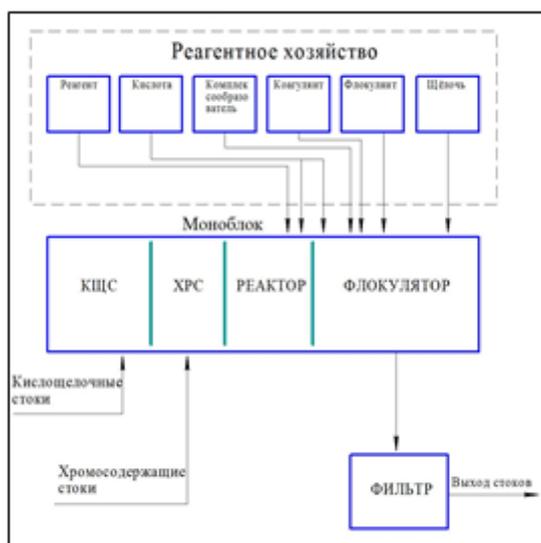
возможностью создания замкнутого водооборотного цикла (рисунок 1).  
 Возможна регенерация мембран – промывка проточной водой [1, с. 139].



**Рисунок 1. Схема очистки сточной воды, образуемой при промывке деталей**

## 2. Сточные воды, образующиеся в гальваническом цехе

Система очистки сточных вод гальванического производства представляет собой моноблок, связанный с реагентным хозяйством и системой фильтрации (рисунок 2).

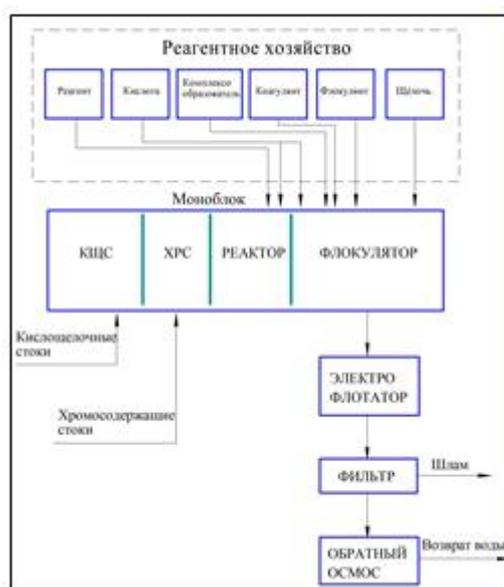


**Рисунок 2. Существующая схема очистки сточных вод гальванического производства**

Для улучшения степени очистки от ионов тяжелых металлов, а также для уменьшения расхода пресной воды было предложено 3 варианта очистки:

### 1 вариант (рисунок 3)

Установка электрофлотатора (повышение качества очистки сточной воды от тяжелых металлов) и использование обратного осмоса с целью создания замкнутого водооборотного цикла [1, с. 89].



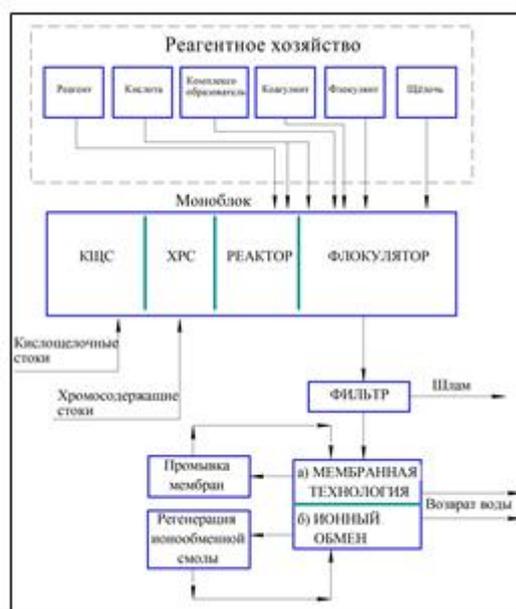
*Рисунок 3. Установка электрофлотатора и создание замкнутого водооборотного цикла*

### 2 вариант (а) (рисунок 4)

Использование мембранной технологии очистки и создание замкнутого водооборотного цикла. Возможна регенерация мембран путем промывки проточной водой и их повторное использование [3, с. 140].

### 3 вариант (б) (рисунок 4)

Использование ионообменного метода сточной воды от тяжелых металлов. Возможна регенерация ионообменных смол и их повторное использование [3, с. 167].



**Рисунок 4. а) использование мембранной технологии очистки;  
б) использование ионообменного метода очистки**

Разработка новых технологических процессов, позволяющих создавать замкнутые водооборотные циклы может быть весьма экономически выгодным решением.

Несмотря на значительные затраты и довольно дорогую доочистку вод, эффект от экономии воды и вторичного использования качественно очищенной воды будет намного экологически и экономически выгодным, и оправданным:

- снизится потребление свежей воды из природных источников;
- снизится расход ПАВ в технологическом цикле промывки деталей;
- сократятся сбросы сточных вод;
- снизится плата за сбросы загрязнённых вод;
- улучшится экологическое состояние природных водоёмов.

### **Список литературы:**

1. Ветошкин А.Г. Процессы и аппараты защиты гидросферы. Учебное пособие. – Пенза: издательство ПГУ, 2004. – 188 с.
2. Методы и технические средства очистки нефтесодержащих сточных вод / Е.В. Кузнецова, А.Ф. Туктамышев, А.С. Болгова [и др.]. – Санкт-Петербург: Недра, 2006. – 191 с.
3. СанПиН 4630-88. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения.

## УСИЛЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ КОМПОЗИТНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

*Мурсалова Диана Рашидовна*  
*студент Северо-Кавказского Федерального Университета,*  
*РФ, г. Ставрополь*

В практике реконструкции промышленных зданий и сооружений часто возникает необходимость усиления конструкций и их отдельных элементов. Необходимость усиления основных несущих элементов зданий может быть вызвана следующими причинами:

- увеличением нагрузки после реконструкции здания в результате замены или усиления вышерасположенных конструкций;
- модернизацией технологического оборудования в реконструируемом здании, изменением технологических процессов;
- эксплуатационным износом, например потерей несущей способности от воздействия динамических и вибрационных нагрузок, агрессивной воздушной среды;
- дефектами при изготовлении и монтаже или приобретенными конструктивными дефектами, возникшими в результате неправильной эксплуатации конструкций, разбрызгивания или разлива агрессивных жидкостей;
- случайными повреждениями, например выходом из строя отдельных конструктивных элементов при демонтаже, транспортировке и установке технологического оборудования;
- нарушением прочностных характеристик в результате природных или антропогенных чрезвычайных ситуаций, таких как пожар, взрыв, наводнение, землетрясение.

Причиной могут служить и ошибки в проектировании или изменения в процессах эксплуатации, когда к критической ситуации привело одно из следующих событий:

- используемая арматура оказалась с недостаточной площадью сечения;

- бетон не набрал расчетную прочность;
- конструктивная схема здания была изменена по отношению к первоначальной;

- образовались новые проемы;
- изменился режим эксплуатации здания;
- сказались последствия от повреждения конструкций.

Все методы усиления конструкций можно разделить на активные и пассивные. К активным можно отнести следующие методы:

- перераспределение сил в поперечном направлении, например, путем догрузки средних балок и разгрузки крайних в многобалочной системе;

- добавление к основной конструкции дополнительных конструктивных элементов, берущих на себя часть нагрузки, например монтаж новых балок (опирающихся на существующие или вновь устраиваемые опоры) между существующими конструкциями.

- уменьшение удельного веса конструкции, например путем замены бетонных элементов стальными;

- обжатие конструкции, которое обычно выполняют внешними канатами.

К пассивным методам усиления конструкций можно отнести следующие:

- увеличение поперечного сечения элементов конструкции путем добавления армирования и бетонирования. В качестве примеров увеличения поперечного сечения можно отнести приварку дополнительных прокатных профилей к стальным конструкциям или обетонирование стальных балок, устройство железобетонных рубашек и обойм, использование металлических хомутов для железобетонных перекрытий;

- наклеивание или механический монтаж стальных полос или листового металла;

- усиление композиционными материалами путем наклеивания композитных лент и панелей.

Самым инновационным достижением в области строительных технологий является метод усиления конструкций композиционными материалами,

который успешно применяется во всем мире. Композитные системы усиления обеспечивают замечательные результаты как при работе конструкций в обычных условиях, так и при их работе в зонах сейсмической активности. Чаще всего в качестве усиления конструкций применяется внешнее армирование с использованием композитных материалов с углеродными волокнами. Данные технологии уже прошли успешную эксплуатацию на многих объектах и доказали свою эффективность в самых сложных условиях.

Среди наиболее заметных преимуществ применения углеродных композитных материалов можно выделить следующие:

- существенное сокращение сроков проведения работ;
- сокращение трудовых затрат, в том числе исключение затрат на оплату использования тяжелой строительной техники ввиду ее ненадобности;
- возможность проведения укрепляющих мероприятий без остановки производственных процессов или перекрытия транспортного потока;
- увеличение длительности межремонтного периода;
- незначительный вес дополнительных усиливающих элементов;
- минимальные требования к пространству для выполнения работ;
- инертность и стабильная устойчивость ко всем агрессивным средам;
- высокая адгезия к любому материалу усиливаемой конструкции;
- исключение сварочных работ;
- минимальная толщина армирующего композитного материала.

По сравнению с обычными конструкционными материалами (алюминием, сталью) композиционные материалы на основе углеродных волокон обладают экстремально высокими характеристиками:

- высокой прочностью;
- значительным сопротивлением усталости;
- высоким модулем упругости;
- химической и термической стойкостью, характеристики которых в несколько раз выше, чем у стали при гораздо меньшей массе композита.

Также следует отметить, что в отличие от традиционных методов усиления с применением железобетонных рубашек и монтажа дополнительных стальных профилей, усиление углеродными лентами позволяет полностью сохранить первоначальный архитектурно-эстетический облик сооружения.

Наглядно возможности композитного материала можно продемонстрировать результатами опытов. Так, при испытании бетонных балок с размерами 1300x120x65 мм на изгиб их разрушение происходит при силе в среднем равной 3,8 кН. Если же усилить балки, например однонаправленной углеродной лентой FibARM Tape 230/300, то для разрушения балок потребуется сила, равная 5,4 кН. Таким образом, несущая способность усиленных балок по сравнению с обычными увеличилась примерно в 1,4 раза или на 42%. При испытании бетонных призм с размерами 10x10x200 мм на сжатие их призмочная прочность составляет примерно 280 кН, а при испытании усиленных углеродной лентой призм с теми же размерами – 520 кН. Это значит, что призмочная прочность увеличилась примерно в 1,9 раз или на 86%.

Основными достоинствами усиления конструкций углеродными композитами, как уже было ранее отмечено, является простота технологии реализации. Так, в ходе проведения работ на растянутые поверхности усиливаемого конструктивного элемента при помощи специального связующего компонента наклеиваются углеродные ленты. То есть, ленты непосредственно прикрепляются к таким деталям, как: растянутые и сжатые элементы, пролетные зоны изгибаемых конструкций, опорные зоны конструкций, консольные элементы, короткие стойки, гибкие колонны.

После такого устройства внешнего армирования поверх ленты наносится слой защитного полимерцементного состава, производится финишная шпатлевка и окраска поверхностей специализированным акриловым покрытием.

Следует отметить, что композиционные системы усиления могут применяться практически для всех видов конструкций: бетонных и железобетонных, каменных и армокаменных, деревянных и металлических.

Среди основных укрепляемых элементов по технологии композитного армирования можно выделить: строительные фермы, потолочные и стеновые проемы, стены зданий и построек, плиты перекрытия, колонны и другие несущие элементы.

Таким образом, применение композитных материалов для усиления строительных конструкций позволяет стабилизировать коррозионные процессы, обеспечить нормируемую несущую способность конструкций. В свою очередь, это может положить начало новому направлению реконструкции инженерных сооружений, которое обеспечивает существенное сокращение трудоемкости, сроков и эксплуатационных расходов при регламентированном уровне безопасности эксплуатации зданий и сооружений.

#### **Список литературы:**

1. Грановский А.В. Сейсмостойкость стен, усиленных композитными материалами. С.-Петербург, 2011.
2. Руководство по усилению железобетонных конструкций композитными материалами. – М., 2006.
3. Шилин А.А., Пшеничный В.А., Картузов Д.В. Внешнее армирование железобетонных конструкций композиционными материалами. – М., 2007.

## УСИЛЕНИЕ ФУНДАМЕНТОВ И ГРУНТОВ ОСНОВАНИЙ ЗДАНИЙ

*Мурсалова Диана Рашидовна*  
*студент Северо-Кавказского Федерального Университета,*  
*РФ, г. Ставрополь*

Со временем в результате влияния техногенных и природных факторов на основания домов и подземных конструкций происходит физическое изнашивание фундаментов: материалы фундаментов выветриваются, обводняются, подвергаются выщелачиванию. Поэтому одной из важнейших частей капитального ремонта является усиление фундаментов.

К природными факторами износа фундаментов можно отнести:

- деформации оползневых склонов;
- выветривание горных пород материалов фундаментов;
- землетрясения;
- оттаивание вечномёрзлых грунтов с просадкой основания зданий;
- подмыв оснований зданий, расположенных по берегам морей, рек, водохранилищ;
- ветровую эрозию основания.

Ниже рассмотрим техногенные факторы износа фундаментов, основным из которых является неравномерная осадка основания в виде процесса длительного уплотнения грунтов под воздействием нагрузки от массы здания. К такой неравномерной осадке может привести подработка территории, то есть строительство подземных сооружений закрытым способом. Так же при обустройстве дренажей, ливневой и общесплавной канализации происходит искусственное понижение уровня грунтовых вод, что приводит к осушению и загниванию деревянных элементов (например, ростверков, свай), а вследствие этого основания будут давать большую неравномерную осадку.

При повышении уровня грунтовых вод происходит обводнение оснований. Лессовые грунты подвергаются просадке, рыхлые пески доуплотняются, развивается химическая суффозия минералов, что приводит к образованию провалов из-за обрушений сводов карстовых полостей.

Прорыв водопровода приводит к размыву грунта, при этом происходит образование каверн и промоин в местах ввода коммуникаций в здание, появляются опасные деформации стен.

Транспорт, промышленные установки, строительные механизмы оказывают вибрационное воздействие на здания. Вибрация становится причиной уплотнения песков или потери устойчивости основания из-за разжижения водонасыщенного грунта.

Надстройка зданий ведет к значительному увеличению нагрузки, при этом часто превышает расчетное сопротивление основания. Это ведет к потере устойчивости фундамента, повреждению конструкций, увеличению общего износа зданий. Для того чтобы избежать таких критических состояний, необходимо усиливать фундамент.

Проектирование усиления фундаментов основывается на общих принципах проектирования с учетом предельных состояний. Обобщая вышеизложенные факторы износа фундаментов, приведем основные случаи, при которых необходимо усиливать основания:

1. Опасное развитие деформаций грунтов и износ оснований. В данном случае необходимо провести усиление и закрепление грунтов основания. Подобная проблема может возникнуть при повреждениях конструкций заселенных домов с риском возникновения аварий, а также при ремонте памятников архитектуры.

2. Увеличение нагрузок на основание в ходе реализации надстроек, модернизации массивного оборудования.

3. Повышение глубины подвалов и подземных частей здания.

4. Строительство на соседних территориях. В данном случае требуется предупреждающее закрепление фундамента для снижения дополнительной осадки.

До проектирования усиления необходимо произвести инженерно-геологические изыскания, осуществить работы по обследованию состояния

надземных конструкций и старого фундамента, ведь выбор способов усиления напрямую зависит от результатов исследований.

Для старинных построек ситуация усугубляется отсутствием чертежей оснований. Например, в XIX веке и ранее выбор типа оснований, формы, глубины заложения, материала осуществлялся подрядчиками, которые в основном опирались на местные традиции и вековой опыт.

В таких ситуациях необходимая информация о фундаментах, грунтах несущего слоя, гидроизоляции подземных частей может быть получена посредством откопки шурфов с одной или обеих сторон до подошвы фундаментов. В некоторых случаях может потребоваться сделать довольно глубокие шурфы порядка 3–4 м.

После вскрытия делаются обмеры, на основе которых выполняются чертежи, устанавливается вид материала и раствора, отбираются образцы грунта и материалов из-под подошвы для исследования.

Самые точные результаты получаются, как правило, выбуриванием из тела фундаментов цилиндрических образцов для испытаний на прочность в лабораторных условиях. Бурение выявляет наличие деревянных и других свай и ростверков, положение их острия.

Основные признаки недопустимых опасных деформаций оснований зданий:

- характерные трещины в стенах;
- изменение формы коробки здания, устанавливаемое высотной съемкой обреза фундамента или цоколя;
- отклонение стен от вертикали;
- перекосы лестничных маршей;
- сдвиги перекрытий.

Усиление фундаментов целесообразно совмещать с капитальным ремонтом. Иногда выполнение таких работ требуется осуществлять в эксплуатируемых общественных зданиях и заселенных домах. В таких случаях, строительная практика предусматривает усиление основания с помощью

домкрата или бурения пустот в несущем слое с целью проведения управляемой осадки.

Ответственным и сложным вопросом является изучение возможности надстройки здания, для чего необходимо установление:

- достаточности прочности тела фундамента;
- допустимости осадки, к которой приведет надстройка;
- возможности потери несущим слоем устойчивости из-за действия дополнительной нагрузки.

После этого принимается решение о необходимости усиления, а при необходимости разрабатывается проект реконструкции.

При усилении фундаментов могут выполняться следующие виды работ:

1. Устройство монолитной железобетонной обоймы.
2. Усиление грунтов основания методом нагнетания цементного раствора под подошву фундаментов (цементацией).
3. Устройство свай через тело фундамента для увеличения его несущей способности.

Усиление фундаментов путем устройства монолитной железобетонной обоймы применяется для фундаментов мелкого заложения и заключается в увеличении площади и заглублении фундамента, при этом происходит полная или частичная замена старой кладки. Подводка ленточных фундаментов производится так называемыми «захватками», их длина напрямую зависит от прочности вышележащей кладки и наличия в ней трещин или проемов. Подводимую часть выполняют из монолитного бетона или железобетона. «Захватки» раскрывают по порядку, при этом главное условие – бетонируемая захватка должна быть под защитой смежного участка.

Усиление грунтов основания методом инъекции в контактную зону фундамент-грунт цементного раствора является наиболее приемлемым для здания. Цементный раствор подается в грунт основания через трубы-инъекторы, которые установлены в тело фундамента. В грунте происходит образование цементного камня и уплотнение окружающего грунта. Бурение

инъекционных скважин производится при помощи алмазных кольцевых сверл, что практически исключает вибрационное воздействие на несущие конструкции здания. Компактные размеры оборудования позволяют вести работы непосредственно изнутри строения.

Еще одним способом увеличения несущей способности фундамента является использование свай. Свайные конструкции могут быть различными: буровые и буронабивные, буроинъекционные, завинчиваемые и так называемая конструкция «стена в грунте». Сложные условия реконструкции, значительная толщина слабого грунта, увеличение нагрузок – все эти факторы являются поводами для применения свай. Они позволяют усилить основание, не нарушая структуру грунта и не требуя разработки котлованов.

Таким образом, усиление фундаментов и грунтов является очень важным мероприятием, позволяющим продлить срок службы зданий и сооружений, в процессе эксплуатации которых возникли деформации.

### **Список литературы:**

1. Берлинов М.В. Основания и фундаменты / М.В. Берлинов. – СПб: Издательство «Лань», 2011. – 320 с.
2. Болдырев Г.Г. Основания и фундаменты (в вопросах и ответах) / Г.Г. Болдырев, М.В. Малышев – М.: Издательство ассоциации строительных вузов, 2004. – 328 с.
3. Сосов Л. Н. Обследование несущих и ограждающих конструкций зданий с целью предупреждения аварийных разрушений / Л.Н. Сосов, В.Ф. Сопрыкин // Промышленное и гражданское строительство. – 2002. – №10. – С. 30–32.

## **ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И СФЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ НАНОБЕТОНА**

*Мурсалова Диана Рашидовна*

*студент Северо-Кавказского Федерального Университета,  
РФ, г. Ставрополь*

Нанотехнологии позволяют менять свойства вещества на атомном и молекулярном уровне, создавая при этом новые материалы, структуры и устройства. Нанотехнологии – это технологии, работающие на уровне наночастиц. Особенно быстрыми темпами нанотехнологии развиваются в области строительства и в смежных с ним отраслях. Прежде всего, это касается создания высокотехнологичных инновационных строительных материалов. На сегодняшний день уже разработаны материалы, которые обладают уникальными свойствами. Процессы самоорганизации веществ, происходящие на уровне атомов и молекул, позволяют создавать объекты без внешнего влияния. Одним из ярких примеров инновационных строительных материалов может служить нанобетон.

В строительстве используются разные виды бетона, в состав которых входят вяжущее вещество, заполнитель и вода. Для улучшения свойств бетонной смеси добавляют пластифицирующие добавки. Такие компоненты в бетонном растворе продлевают срок эксплуатации, повышают морозоустойчивость и устойчивость к воздействиям агрессивных сред. Молекулы пластификаторов органического и неорганического происхождения адсорбируются на цементных частицах и позволяют сократить количество воды в растворе. При использовании пластификаторов уменьшается потребность вяжущего составляющего в воде и увеличивается подвижность бетонной смеси.

Нанобетон принципиально мало чем отличается от обычных бетонных смесей, ведь в его составе также есть минеральное вяжущее, заполнитель и вода. Однако в качестве пластификаторов применяются специальные добавки – наноинициаторы, представляющие собой микроскопические полые трубки в несколько атомарных слоев углеродных полимеров. Диаметр этих нанотрубок –

всего несколько единиц микрон, но их прочность больше 100 гигапаскалей. Кроме того, их достоинством является невосприимчивость к щелочам и кислотам. Когда наноинициаторы взаимодействуют с цементом, они кристаллизуются, армируя бетон и на молекулярном уровне изменяя его структуру.

Таким образом, нанобетон – материал, при изготовлении которого используются нанотехнологии для измельчения его основных компонентов и наноматериалы в роли модифицирующих добавок. Нанобетону характерны высокие физико-механические характеристики, открывающие новые возможности в проектировании и строительстве. Этот прочный, легкий, стойкий к термическим перепадам материал даёт возможность удешевить сооружение новых объектов и оказать помощь при реставрации старых конструкций, если использование традиционных материалов и технологий является нецелесообразным.

Впервые результаты по применению этого нового материала были получены в 1993 году учёным из Санкт-Петербурга Андреем Николаевичем Пономарёвым. Дальнейшие работы по исследованию свойств нанобетонов проводились учёными из Москвы, Новочеркасска и других городов. В Кемеровской области учёные создали нанодобавку для бетонов, позволяющую повысить их прочность примерно на четверть. Наноструктурированная углеродная добавка была названа Kemerit, используется она в строительстве жилья, дорог, мостов и при сооружении водоканалов.

Разработкой нанобетонов занимаются не только российские, но и западные учёные. Но только материалы российского производства способны восстанавливать пораженные коррозией бетон и армирующие элементы при восстановлении старых сооружений. К преимуществам российского пенобетона относится и его меньшая, по сравнению с зарубежными аналогами, стоимость.

Использование группы нанометодов и широкого спектра наноматериалов в различных сочетаниях дает возможность управлять свойствами строительных смесей на основе минеральных вяжущих, которые не обязательно относятся к

цементам. Общим признаком нанобетонов является обладание определенными преимуществами благодаря специальной структуре, задаваемой на наноуровне. Введение наноинициаторов позволяет значительно улучшить физико-механические характеристики бетона, повысив его прочность на 150%, морозоустойчивость – на 50%, снизив в три раза вероятность трещинообразования. Нанобетон устойчив к высоким температурам, свои характеристики он сохраняет при температуре до 800°C. Изготовленные из этого материала облицовочные плитки содержат в своей структуре нанотрубки, которые под воздействием кислорода выделяют атомарный кислород, обладающий бактерицидными свойствами. Так как изменение физической структуры нанобетона резко снижает потребность вяжущего составляющего в воде, это позволяет в шесть раз уменьшить вес бетонных конструкций и вероятность появления трещин. Внутреннее молекулярное армирование снижает потребность в армировании бетонной конструкции. Наноинициаторы повышают сцепление бетона с металлом, при этом они на молекулярном уровне взаимодействуют даже со слоями, подвергшимися коррозии. К новообразованиям относят: фуллерены, многоатомные молекулы углеродных полимеров типа C60 и C70; нанотрубки – молекулы, содержащие миллионы атомов углерода. Эти молекулы можно увидеть при использовании самых современных атомно-силовых и туннельных микроскопов.

Фуллерены и нанотрубки производят с помощью вольтовой дуги или лазера. Нанообразованиям придают необходимую ориентацию, которая обеспечивает им свойства полупроводников, проводников, сверхпроводников, высочайшую прочность и другие полезные качества. Эксперты считают, что с помощью нанотехнологий целесообразно регулировать не только прочность бетона, которая в современном строительстве и так находится на высоком уровне, а уделять внимание другим свойствам, например, долговечности. В первую очередь, актуальным является решение проблемы длительного хранения сухих строительных смесей без снижения потребительских характеристик.

Аналитики строительного рынка подсчитали, что при массовом производстве нанобетонов в России конечная стоимость новой продукции по сравнению с обычными бетонами будет выше всего на 10–20%. Но по своим потребительским свойствам новые материалы будут превосходить традиционный бетон в 4–6 раз. Начало промышленного производства наномодифицированного бетона должно начаться в 2015–2016 году.

В индивидуальном строительстве и для сооружения несущих перегородок в помещениях различного назначения используют лёгкие нанопенобетоны. Среднеплотные нанобетоны обладают повышенной прочностью, которая делает их перспективным материалом для сооружения мостовых конструкций, покрытий дорог и аэродромов. Наноматериалы с высокими и сверхвысокими прочностными характеристиками находят своё применение при строительстве шахт лифтов, разнообразных несущих конструкций в сооружениях промышленного, гражданского и жилищного назначения.

При использовании нанобетонов можно выделить два основных направления: реконструкция разрушенных сооружений и возведение новых зданий. При реставрационных мероприятиях добавление вновь разработанных составов к разрушенным железобетонным элементам обеспечивает заполнение всех пор и микротрещин и полимеризацию с восстановлением прочности сооружения. Нанобетон, нанесенный на разрушенную коррозией арматуру, вступает во взаимодействие с окисленным слоем, заменяет его, восстанавливая сцепление строительной смеси и металла арматуры.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. Основные изменения качественных показателей и долговечности бетона обуславливаются возможностью регулирования его капиллярно-пористой структуры и проницаемости. Применение комплексных модификаторов и наполнителя позволяет снизить открытую пористость и уменьшить размеры пор.

2. В настоящее время получены и внедрены бетоны повышенной водонепроницаемости и морозостойкости для тонкостенных гидротехнических

сооружений с новой комплексной добавкой «Пенетрон А» +С-3, которая повышает водонепроницаемость в 1,5–2 раза, а морозостойкость – на 100–150 на циклов.

3. Доказана эффективность применения тонкодисперсного наполнителя для повышения долговечности бетона. Выявлено положительное влияние наполнителя на структуру композита и его механические свойства.

4. В настоящее время разработана технология изготовления и применения дисперсно-армированного модифицированного бетона для тонкостенных элементов гидротехнических сооружений с гарантированной долговечностью.

### **Список литературы:**

1. Пономарев А.Н. Нанобетон – концепция и перспективы. Синергизм наноструктурирования цементных вяжущих и армирующей фибры / А.Н. Пономарев // Строительные материалы. – 2007. – № 5. – С. 2–4.
2. Савельев А.А. Инновационное решение в модификации сухих строительных смесей / А.А. Савельев // Сухие строительные смеси. – 2012. – №4. – С. 52–53.
3. Юдович М.Е. Регулирование свойств пластичности и прочностных характеристик литых бетонов / М.Е. Юдович, А.Н. Пономарев, П.В. Великорусов, С.В. Емелин // Строительные материалы. – 2007. – №1. – С. 2–4.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОРГАНИЗАЦИИ ПРОХОЖДЕНИЯ ПРАКТИКИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ИКИТ СФУ**

**Осипов Павел Андреевич**

*магистрант, ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет» Институт  
космических и информационных технологий,  
РФ, г. Красноярск*

**Иванова Яна Сергеевна**

*магистрант, ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет» Институт  
космических и информационных технологий,  
РФ, г. Красноярск*

**Хоркуш Анатолий Владимирович**

*магистрант, ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет» Институт  
космических и информационных технологий,  
РФ, г. Красноярск*

**Скворцов Семен Геннадьевич**

*магистрант, ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет» Институт  
космических и информационных технологий,  
РФ, г. Красноярск*

**Мосин Дмитрий Александрович**

*магистрант, ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет» Институт  
космических и информационных технологий,  
РФ, г. Красноярск*

**Мазун Александр Александрович**

*студент, ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет» Институт  
космических и информационных технологий,  
РФ, г. Красноярск*

Применение информационных технологий позволяют автоматизировать задачи создания условий для свободного функционирования и развития системы высшего образования. В статье проанализирован опыт работы ответственных за организацию практики обучающихся в Институте космических и информационных технологий Сибирского федерального университета (ИКИТ СФУ). Авторами разработаны пути упрощения работы ответственных за организацию практики в ИКИТ СФУ.

Ключевые слова: организация практики студентов ВУЗа, виды практики, автоматизация образовательных процессов.

В высших учебных заведениях один из фундаментальных этапов получения образования является практика [1]. Практика подразделяется на учебную, производственную, преддипломную. В свою очередь, учебная и производственная практика подразделяется еще на несколько подвидов. У каждого вида практики существуют свои требования, компетенции, с которыми можно ознакомиться в образовательном стандарте конкретного направления подготовки/специальности. Общее предназначение: практика организуется и проводится с целью приобретения и совершенствования практических навыков студентов в выполнении обязанностей по должностному предназначению, углубления и закрепления полученных знаний, умений и навыков [2].

В ФГАОУ ВО «СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» (СФУ) организация прохождения практики студентами регламентируется положением о практике обучающихся [3], осваивающих ОПОП ВО от 01 октября 2013 г. и уставом университета [4].

В Институте космических и информационных технологий (ИКИТ) СФУ существует учебно-организационный отдел (УОО) для организации работы между кафедрами института и обучающимися. Одно из направлений деятельности УОО – организация прохождения практики студентами. Этим направлением занимается диспетчер учебно-организационного отдела (ответственный за организацию практики обучающихся). Работа по организации практики затрагивает деятельность не только диспетчера, но и преподавателя кафедры (ответственный за организацию практики студентов на кафедре). Следует отметить, что не все преподаватели кафедры занимаются практикой обучающихся, как правило 1–2 человека на направление подготовки/специальность.

Организация практики характеризуется взаимодействием студента, кафедры и УОО (действующие лица организации практики). В свою очередь, взаимодействие осуществляется посредством обмена документов между

действующими лицами. Примерами таких документов являются: служебная записка заведующего кафедрой на проведение практики студентов, отчет от кафедры, договор на прохождение практики, письмо-направление и т.д. Так же стоит обратить внимание на то, что представленные документы создаются не в единичном количестве. Часто возникают ошибки при оформлении того или иного документа. Типичные ошибки:

- грамматические и пунктуационные ошибки;
- неверный контингент обучающихся в документе;
- неверные сроки и наименования практик.

Данные ошибки связаны с человеческим фактором. При создании документов используется пакет программ Microsoft Office, что занимает большое количество времени при документообороте в масштабе института с контингентом около 1500 человек.

Другая проблема состоит в том, что студент, который выходит на производственную практику, с точки зрения качества обучения, должен пройти ее на предприятии. По данным УОО ИКИТ за 2014–2015 учебный год только 42% проходят практическое обучение на предприятии, остальные проходят на кафедре. Эта цифра с точки зрения качественного обучения крайне мала. Задача, которая стоит перед лицами, занимающимися организацией практики, повысить эту цифру до 95–100%.

С точки зрения студента, проще пройти практику на кафедре, чтобы избежать достаточно длительной процедуры поиска и оформления документов. В 2015–2016 учебном году в ИКИТ прошла работа над созданием реестра предприятий. Реестр представляет собой документ, с описанием предприятий, с которыми заключен долгосрочный договор на прохождение практик студентами. Обучающийся знакомится с реестром и может выбрать прохождение практики в одном из представленных предприятий, тем самым избегая длительную процедуру поиска. Со стороны документооборота, остается только отправить от института письмо-направление и получить ответ от предприятия, а не заключать на каждого студента краткосрочный договор.

В 2015–2016 учебном году заключено 14 долгосрочных договоров. При увеличении количества сотрудничающих с институтом предприятий, становится тяжелее отследить:

- число оставшихся вакантных мест на предприятии;
- какие студенты, на каком предприятии будут проходить ту или иную практику.

Для решения таких проблем можно использовать пакет Microsoft Office. Данный способ будет менее эффективным, так как требуется внести информацию о студентах и предприятиях, допустим, в MS Excel. Процесс достаточно долгий, так как контингент института составляет примерно 1500 человек.

На текущий момент в УОО ИКИТ используется автоматизированная информационная система (АИС) «Деканат». Система внедрена в структуру УОО с 2008 года и функционирует по настоящее время. В 2015 году разработчики модернизировали систему, преобразуя ее в web-ресурс. Но в данной программе не реализованы следующие функции:

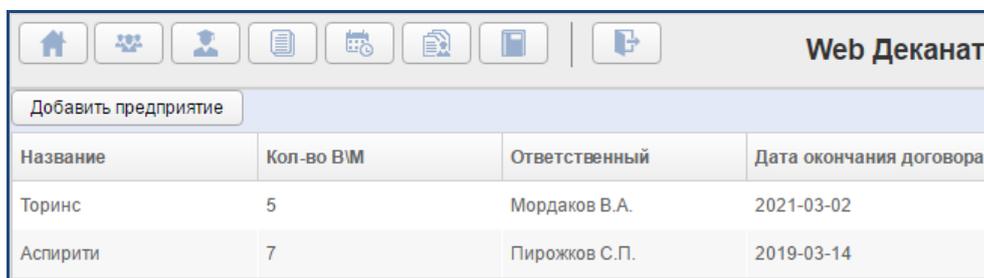
- создание отчетности по практике, используя готовые шаблоны документов;
- отсутствие реестра предприятий;
- взаимодействие диспетчера УОО и ответственного за практику на кафедре.

Для реализации этих функций нецелесообразно создавать новую АИС, так как появится необходимость формировать базу студентов заново. Важно отметить, что база студентов существует в имеющийся АИС «Деканат».

Способ решения проблемы представляет собой разработанный модуль действующей автоматизированной информационной системы «Деканат». Модуль предполагает создание базы данных «Реестр предприятий» и формирование отчетности по практике.

Разрабатываемый модуль «Практика» на текущий момент работает в тестовом режиме. Полноценная работа планируется со второго семестра 2016–

2017 учебного года. На рисунке 1 представлен электронный реестр предприятий.

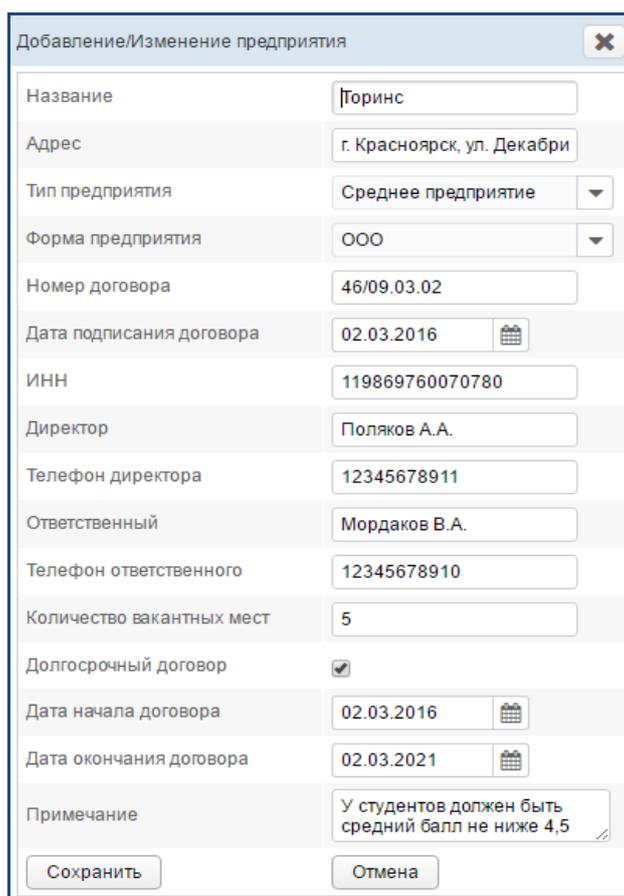


The screenshot shows the 'Web Деканат' interface. At the top, there is a navigation bar with icons for home, groups, users, documents, calendar, and reports. Below the navigation bar is a button labeled 'Добавить предприятие'. The main content is a table with the following data:

Название	Кол-во ВМ	Ответственный	Дата окончания договора
Торинс	5	Мордаков В.А.	2021-03-02
Аспирити	7	Пирожков С.П.	2019-03-14

**Рисунок 1. Электронный реестр предприятий**

На основании заключенного договора диспетчер УОО добавляет в реестр предприятий данные о предприятии. Эта процедура представлена на рисунке 2.



The screenshot shows a form titled 'Добавление/Изменение предприятия'. The form contains the following fields and values:

Название	Торинс
Адрес	г. Красноярск, ул. Декабри
Тип предприятия	Среднее предприятие
Форма предприятия	ООО
Номер договора	46/09.03.02
Дата подписания договора	02.03.2016
ИНН	119869760070780
Директор	Поляков А.А.
Телефон директора	12345678911
Ответственный	Мордаков В.А.
Телефон ответственного	12345678910
Количество вакантных мест	5
Долгосрочный договор	<input checked="" type="checkbox"/>
Дата начала договора	02.03.2016
Дата окончания договора	02.03.2021
Примечание	У студентов должен быть средний балл не ниже 4,5

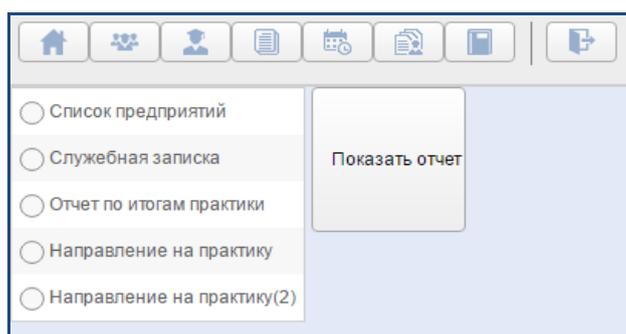
At the bottom of the form, there are two buttons: 'Сохранить' and 'Отмена'.

**Рисунок 2. Функция «Добавление/ изменение предприятия»**

Стоит обратить внимание на то, что помимо стандартной информации о предприятии в реестре есть поле «Примечание». Данное поле создано для того, чтобы хранить какие-либо заметки по конкретному предприятию.

Далее распределяются вакантные места предприятий по студентам. Это также проходит в автоматизированном режиме.

После этой процедуры можно сформировать отчет. На рисунке 3 представлен интерфейс для создания отчетности.



**Рисунок 3. Интерфейс для создания отчетности**

Данная подсистема предназначена для упрощения работы сотрудников института, занимающихся организацией практики. Главная особенность модуля «Практика» заключается в том, что пользователь имеет доступ к ней 24 часа в сутки.

В 2015–2016 учебном году с помощью разработанного модуля процент студентов проходящих практику на предприятиях в сравнении с предыдущим годом увеличился на 20%.

### **Список литературы:**

1. Косенко Н., Как лучше оформить студента: на практику или на временную работу [Статья] // Главбух. – 2010. – № 13. – С. 64–68. – ISSN 1029-4511.
2. Лесных Ю.И., Способы моделирования системы непрерывной производственной практики студентов технических вузов [Статья] // Высшее образование сегодня. – 2007. – № 10. – С. 70–72.
3. Положение о практике студентов СФУ – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.sfu-kras.ru/node/8808>.
4. Устав ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет» – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://about.sfu-kras.ru/node/8028>.

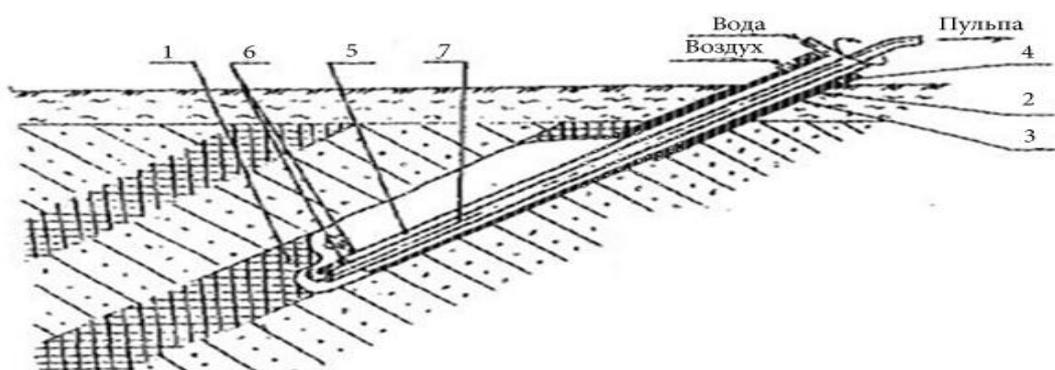
## ВЫБОР СПОСОБА ДОБЫЧИ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СГД ДЛЯ ЮЖНОЙ ЯКУТИИ

*Подопрыгоров Сергей Юрьевич*

*студент «Северо-Восточного Федерального Университета  
имени М.К. Аммосова»,  
РФ, г. Нерюнгри*

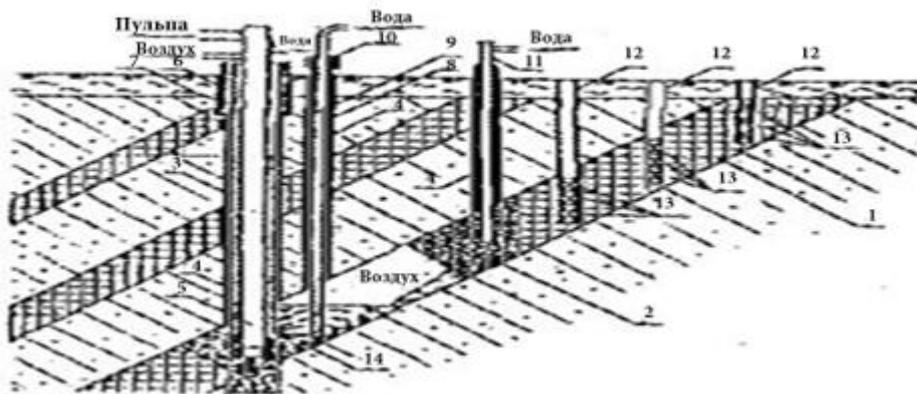
**Скважинная гидродобыча (СГД)** является одной из физико-химических геотехнологий, осуществляемых через скважины с помощью гидравлической энергии, используемой для разрушения горных пород, доставки разрушенных пород к скважине и подъема их на поверхность.

Анализ технологий СГД показал, что существуют 5 основных способов добычи, применительно к угольным месторождениям.

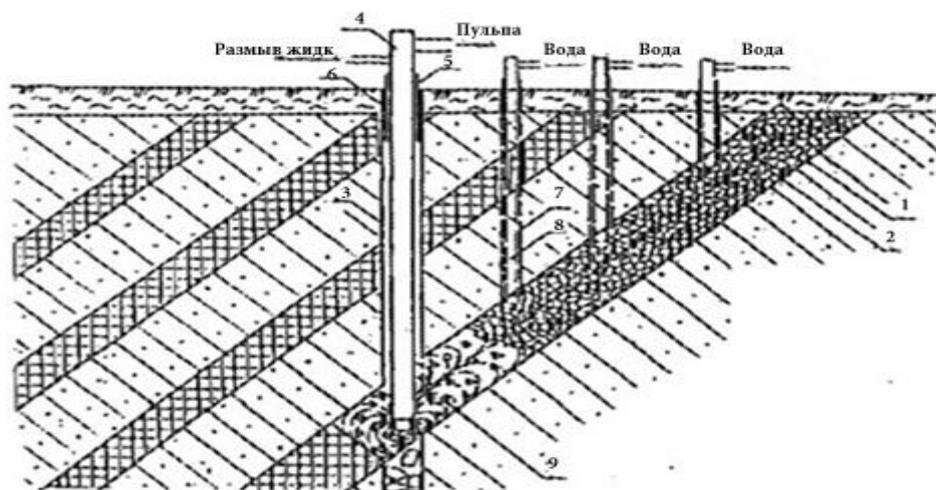


*Рисунок 1. Добыча осуществляется через одну наклонную скважину и предусматривает отработку угольного пласта сверху вниз.*

*1 – разрабатываемый пласт; 2 – обсаженная эксплуатационная скважина;  
3 – цементация; 4 – превентор; 5 – водоподающая труба;  
6 – гидромониторные насадки; 6 – пульпоподъемная труба*

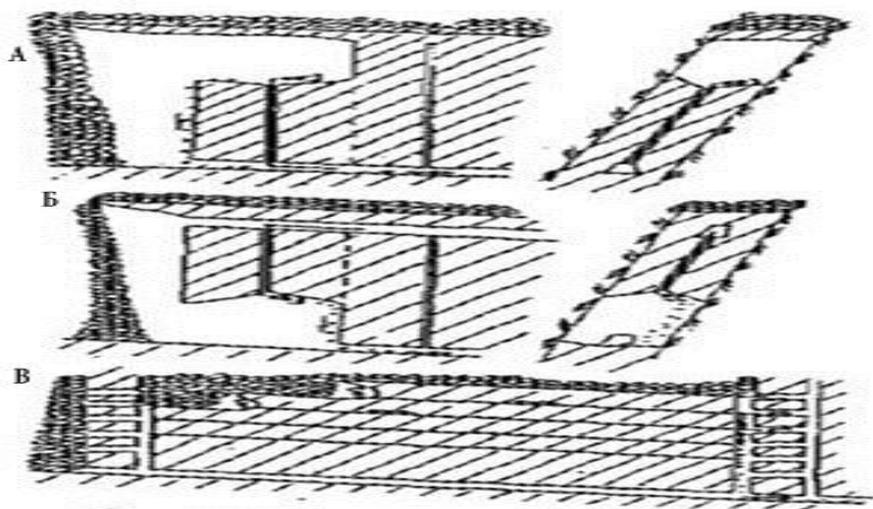


**Рисунок 2. Отображает осуществление технологии разработки пласта с использованием взрывного дробления угля из вертикальных скважин отдельными блоками. 1 – разрабатываемый пласт; 2 – раздробленный блок угля; 3 – выдачная скважина; 4 – обсадная труба; 5 – эрлифтная труба; 6 – кондуктор; 7 – цементация; 8 – манитронная скважина; 9 – монитор; 10 – превентор; 11 – смывная труба; 12 – зарядная скважина; 13 – заряды ВВ; 14 – вихревой поток**



**Рисунок 3. Отображает осуществление технологии разработки пласта с использованием взрывного дробления одновременно всей массы угля. 1 – разрабатываемый пласт; 2 – раздробленная масса угля; 3 – выдачная скважина; 4 – выдачная напорная труба; 5 – кондуктор; 6 – цементация; 7 – дополнительная скважина; 8 – подоподвоящая труба; 9 – вихревой поток**

Разработка производится в замкнутом объеме, где создается давление, превышающее гидростатическое давление в окружающей среде.



**Рисунок 4. Скважинная гидродобыча в подземных выработках**

Четвертый способ имеет 3 схемы (ПСГД), осуществляющие СГД из подземных выработок.

Первая из них предполагает бурение скважин из штрека на глубину от 10 до 100 м по восстанию пласта в зависимости от устойчивости покрывающих пород.

Вторая схема ПСГД по падению пласта осуществляется через скважину, соединяющую два штрека, расстояние между которыми по падению пласта может достигать 50-100 м.

Третья схема позволяет применить способ управления горным давлением полным обрушением вышележащих пород в процессе размыва в отступающем порядке, что невозможно при выемке по восстанию или падению пласта.

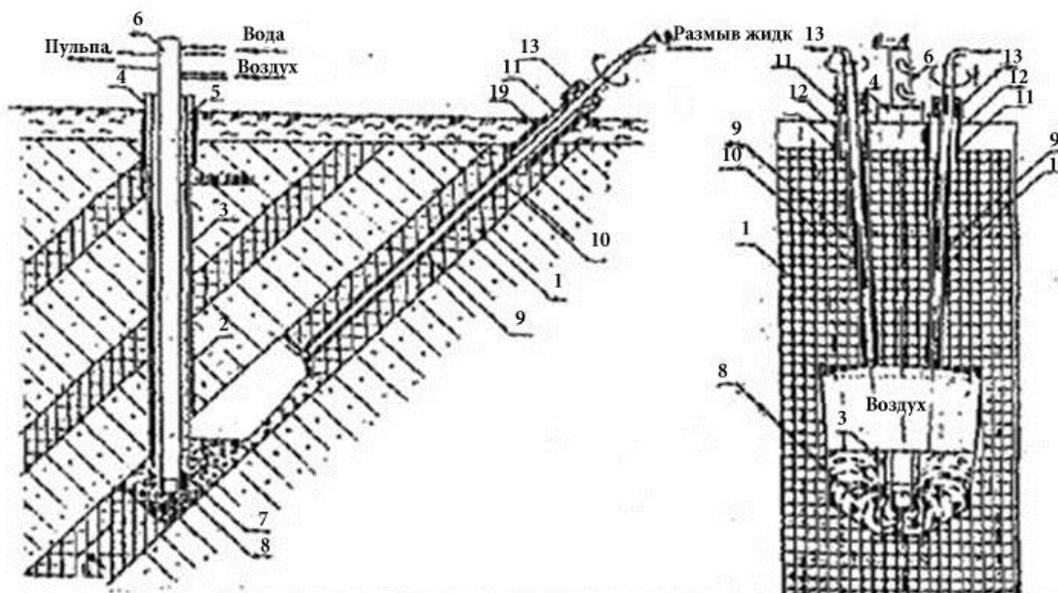
5 способ добычи полезного ископаемого при помощи СГД является наиболее приемлемой для разработки угольных месторождений Южной Якутии.

Процесс разработки угля происходит согласно описанной технологии.

Производится разработка ненарушенной массы угля гидромониторными струями под давлением, близким к 10 МПа, подаваемыми из скважинного монитора, перемещаемого вдоль специально пробуренной в массе угольного пласта мониторной скважины. Монитор оборудуется коротким стволом, включающим успокоитель и насадку, шарнирно соединенным со ставом

напорных труб. Конструкция монитора позволяет перемещать его вдоль скважины вверх и вниз, вращать на  $360^\circ$  относительно оси скважины, а также управлять положением ствола в пределах  $90^\circ$  от направления по оси скважины вниз до перпендикулярного к нему с фиксируемыми промежуточными позициями. Такая конструкция позволяет как производить разрушение угольного массива, так и способствовать безнапорному гидротранспорту отбитого угля по направлению к выдачному устройству. Кроме того, конструкция монитора позволяет использовать его для расчистки возможных завалов приемного отверстия выдачного устройства. Специальными технологическими приемами создаются условия работы гидромониторной струи в воздушной среде, что обеспечивает большую разрушающую способность струи на значительном расстоянии от насадки, во всяком случае, в пределах мощности разрабатываемого пласта и ширины захватываемой полосы по простиранию.

Разработанный уголь смывается по наклонной поверхности безнапорным потоком.



**Рисунок 5. Осуществляется разработка ненарушенной массы угля гидромониторными струями под давлением. 1 – разрабатываемый пласт; 2 – выданная скважина; 3 – обсадная труба; 4 – кондуктор; 5 – цементация; 6 – эрлифлитная труба; 7 – воздушная насадка; 8 – вихревой поток; 9 – мониторинговая скважина; 10 – монитор; 11 – кондуктор; 12 – привентор**

В нижней части пласта поддерживается магазин обрушенного угля, из которого уголь под действием вихревого потока поступает в приемное отверстие эрлифтной трубы с высокой консистенцией.

**Основные достоинства данной технологии:**

1. Значительно уменьшить абсолютную величину кап. вложений при освоении месторождений (по сравнению с традиционными способами).

2. Приблизить сроки ввода месторождений в отработку, а во многих случаях вести попутную отработку, начиная с любой стадии разведки.

3. Пересмотреть концепцию месторождений по рентабельности, пересмотреть технические проекты действующих карьеров и рудников, проекты их реконструкции применительно к СГД.

4. На стадии разведки производить подъем технологических проб весом от сотен кг до нескольких тысяч тонн.

5. Управляя горным давлением, управлять просадкой кровли. Использовать выработанное пространство для закачки в него экологически вредных отходов или отходов обогащения руд.

6. СГД не требует вскрышных работ, подготовительных площадок под шахты и другие тяжелые горные выработки, практически исключается нарушение природной среды, позволяет сохранить в целости культурный поверхностный слой почвы, режим поверхностных и подземных вод. Отпадает необходимость проведения работ по рекультивации.

7. Отсутствие людей в забое. Управление процессом добычи дистанционное с дневной поверхности. Отсутствие травматизма. Возможна полная механизация и автоматизация технологического процесса добычи.

**Список литературы:**

1. Арене В.Ж., Исмагилов Б.В., Шпак Д.Н. Скважинная гидродобыча твердых полезных ископаемых. – М.: Недра, 1980, 186 с.
2. Килячков А.П. Технология горного производства. – М.: Недра, 1985, 240 с.
3. Мучник В.С., Голланд Э.Б., Маркус М.Н. Подземная гидравлическая добыча угля. – М.: Недра, 1986, 224 с.

## ДЕКОДИРОВАНИЕ КОДА МОРЗЕ В MAPLE

*Рыбалкина Марина Сергеевна*

*студент ставропольского государственного педагогического института,  
РФ, г. Ставрополь*

*Оленев Александр Анатольевич*

*научный руководитель, доцент кафедры математики и информатики,  
преподаватель Ставропольского государственного  
педагогического института,  
РФ, г. Ставрополь*

Криптография – это наука о методах обеспечения конфиденциальности (невозможного прочтения информации посторонним) и аутентичности (целостности и подлинности авторства) информации.

Процессу шифрования чаще всего предшествует процесс предварительного кодирования (представление информации в альтернативном виде, например в виде двоичного кода), а алгоритм дешифрования – обратное декодирование.

Сегодня криптография – это отдельное научное направление на стыке информатики и математики. Она нашла свое применение во многих отраслях современного общества [1].

Существует огромное количество различных способов кодирования и декодирования данных. В данной статье будет рассматриваться декодирование азбуки «Морзе» с помощью Maple.

Для того чтобы выполнить процесс декодирования сообщения в системе компьютерной алгебры (СКА) Maple необходимо разобрать, что такое азбука «Морзе», порядок применения и историю её создания.

Представление символов с использованием азбуки «Морзе» - это способ знакового кодирования, названный в честь Сэмюэля Морзе. С помощью азбуки «Морзе» можно кодировать и декодировать буквы различных алфавитов, цифры, знаки препинания используя только «точку» и «тире». В СКА Maple их можно представить в виде последовательностей «нулей» и «единиц».

Длительность тире равна трём точкам. Пауза между элементами одного знака – одна точка, между знаками в слове – 3 точки, между словами – 7 точек.

Впервые азбука «Морзе» была использована в 1838 году в качестве телеграфного кода для телеграфного аппарата изобретенного ранее. Современное представление международного кода Морзе появился относительно недавно – в 1939 году, в тот момент, когда была проведена последняя корректировка, затронувшая в основном знаки препинания. Первоначальный вариант кода «Морзе» использовался вплоть до середины 60-х годов XX века на железнодорожных станциях. Сейчас азбука «Морзе» продолжает использоваться на флоте при передачи сообщений на дальние расстояния в условиях радиопомех, а так же она применяется в МЧС, а именно в Гражданской обороне и весьма популярна в кругах любителей радиоэлектроники.

При изучении предмета «Информатика и ИКТ» в школе, а именно темы «Кодирование информации» в качестве одного из примеров кодирования приводится пример использования азбуки «Морзе».

СКА Maple – система компьютерной алгебры. Является продуктом компании Waterloo Maple Inc. (англ.) русск., которая с 1984 года выпускает программные продукты, ориентированные на сложные математические вычисления, визуализацию данных и моделирование [3].

В наше время декодирование информации становится популярной темой в обсуждениях на различных форумах, конференциях, это связано с тем, что становится актуальной тема защита информации [5].

**Целью** данной работы является декодирование азбуки «Морзе» с помощью системы компьютерной алгебры Maple.

**Объектом исследования** является декодирование текста для обеспечения доступа к информации узкому кругу лиц. За основу создания данной программы взят код «Морзе».

**Задачи исследования:**

3. Исследовать литературу по данному вопросу;

4. Разработать программы декодирования азбуки «Морзе» с помощью системы компьютерной алгебры Maple.

**Методологическую основу исследования** составляет литература о методах декодирования.

**Методы исследования.** При решении поставленной задачи использовался анализ литературы по проблеме исследования, а так же разработка программы декодирования кода «Морзе» в Maple.

**База исследования:** Ставропольский государственный педагогический институт города Ставрополя.

**Теоретическая значимость исследования** заключается в анализе изученного материала о декодирование.

**Практическая значимость исследования.** Прделанная работа позволила наглядно представить процесс декодирование кода «Морзе», использование которого необходимо в дальнейших исследованиях.

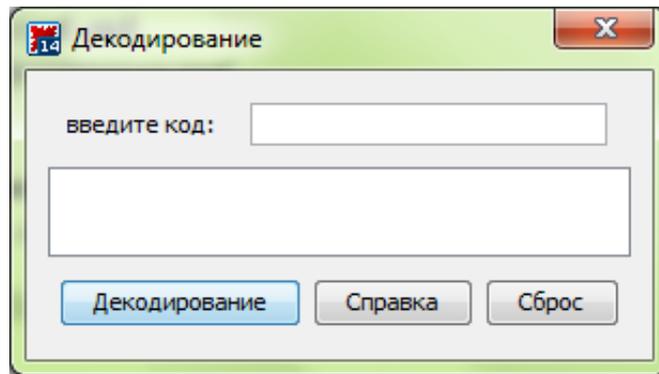
**Описание разработки.** При разработки программы использовалась система компьютерной алгебры Maple 14 [3].

**Применение программы: ее назначение и условие.** Разработанная в Maple программа предназначена для декодирования сообщения представленного в виде азбуки «Морзе» (двоичного кода) в символы русского алфавита.

**Входные и выходные данные.** Входными данными служит информация, которую необходимо декодировать.

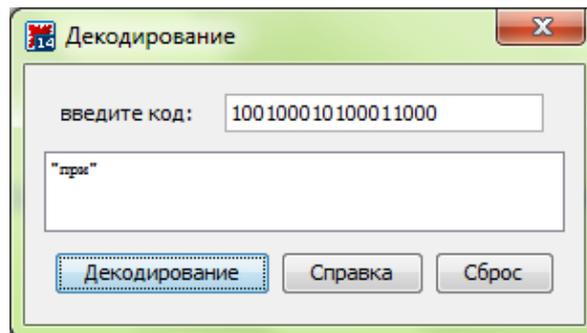
**Перечень выходных данных.** На экран выводится декодированное сообщение.

**Описание программы.** При запуске программы, появляется форма с 2 текстовыми окнами и 3 кнопками управления «Декодирование», «Сброс», «Справка» (рис. 1).



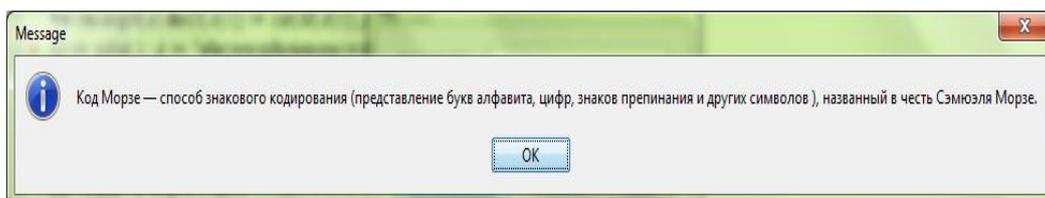
**Рисунок 1. Вид формы**

В текстовое окно вводится код для дешифровки. Чтобы декодировать данное кодовое слово, необходимо нажать на кнопку «Декодирование», после чего во втором текстовом окне появляется расшифрованный текст сообщения (рис 2.).



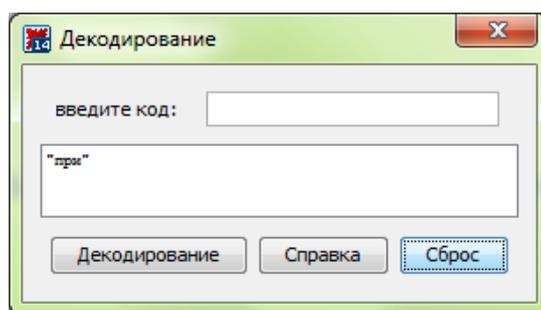
**Рисунок 2. Декодирование сообщения**

При нажатии на кнопку «Справка» (рис.3) высвечивается диалоговое окно, которое выдает определение азбуки «Морзе».



**Рисунок 3. Диалоговое окно**

При нажатии на кнопку «Сброс» все данные, которые были записаны в текстовом окне для ввода кода, стираются (рис.4).



*Рисунок 4. Сброс данных*

**Заключение.** В качестве результата исследования выступает достижение поставленной цели, а именно создание программы для декодирования азбуки «Морзе» в Maple 14. Написанная программа позволяет наглядно продемонстрировать школьникам, студентам процесс декодирования информации, а также позволяет закрепить знание языка программирования в СКА Maple [4; 6].

#### **Список литературы:**

1. Адаменко М.В. Основы классической криптологии: секреты шифров и кодов, 2012. – 88с.
2. Бауэр Ф. Расшифрованные секреты. Методы и принципы криптологии, 2007. – 550с.
3. Красильников В.В., Оленев А.А., Тоискин В.С. Проверка знаний по теме «множество» на основе системы компьютерной математики Maple. – Сборник научных трудов, Актуальные вопросы инженерного образования – 2015. – 2015, ООО «Издательский центр «АРКАИМ», С. 151–158.
4. Оленев А.А., Сагдеев К.М. Абстрактная и компьютерная алгебра. Часть 1. Абстрактная алгебра в Maple. – учеб.-метод, пособие: Ставрополь, ООО «Бюро Новостей», 2014. – 112 с.
5. Малиатаки В.В., Медведева Л.М., Оленев А.А. Совершенствование математической подготовки учителя в вузе на основе использования СКА Maple Сборник научных трудов, Актуальные вопросы инженерного образования – 2015. – 2015, ООО «Издательский центр «АРКАИМ», С. 164–171.

## СОРБЦИОННАЯ ОБРАБОТКА ЦИАНИСТЫХ ВЫЩЕЛАЧИВАЮЩИХ РАСТВОРОВ

***Рябухин Егор Алексеевич***

*магистрант, Уральский федеральный университет  
им. первого Президента России Б.Н. Ельцина,  
РФ, г. Екатеринбург*

***Старков Александр Михайлович***

*магистрант, Уральский федеральный университет  
им. первого Президента России Б.Н. Ельцина,  
РФ, г. Екатеринбург*

***Маковская Ольга Юрьевна***

*научный руководитель, канд. техн. наук, доц., Уральский федеральный  
университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина,  
РФ, г. Екатеринбург*

На ООО «Березовский рудник» (Свердловская обл.) реализована технология кучного выщелачивания окисленных золотосодержащих руд.

Сущностью проблемы является повышенное содержание меди в цианистых оборотных растворах на предприятии ООО «Березовский рудник». Результатом накопления меди в оборотных растворах является значительное снижение извлечения золота, при цементации золота медь, находящаяся в цианистых растворах в виде аниона  $\text{Cu}(\text{CN})_3^{2-}$ , легко вытесняется цинком и покрывает его поверхность. При значительной концентрации меди осаждение золота может полностью прекратиться. Выведение меди из растворов позволяет улучшить эффективность цементации золота, снизить расход цинка. Поэтому возникла необходимость кондиционировать оборотные растворы.

В настоящее время разработаны процессы и методы кондиционирования обогащенных медью выщелачивающих растворов как до, так и после извлечения золота. Эти процессы сочетают в себе возможность выделения меди в виде соответствующего товарного продукта и цианида, пригодного для извлечения золота с тем, чтобы уменьшить общие производственные затраты. К таким процессам относят: Cutech, Cyanomet, AuGment, Hannah, Cyanisorb. В то же время, эти технологии недостаточно изучены и описаны, нет сведений о

параметрах и условиях ведения процессов, а также отсутствуют данные о промышленном внедрении. В литературных источниках описаны только испытания, проведенные на пилотных установках. В России и странах ближайшего зарубежья опыта осуществления данных процессов нет [4].

Сорбционное извлечение из растворов является одним из важнейших методов концентрирования, выделения и разделения элементов. При концентрировании достигается высокая избирательность. Широкому применению этих методов способствуют значительные успехи, достигнутые в области синтеза новых селективных сорбентов. Процесс сорбции десорбции чаще всего обратим [1].

Привлекательность ионообменных сорбентов заключается в том, что они способны концентрировать большое количество цианистых комплексных соединений металлов из весьма разбавленных растворов. Однако, попутно из растворов с комплексами металлов сорбируются другие ионы, в частности тиоцианаты, вследствие чего усложняется процесс регенерации ионита.

Успешно для извлечения медноцианистых комплексов меди используются смолы: АМ-2Б, Пьюролайт А-100, АВ-17 [5].

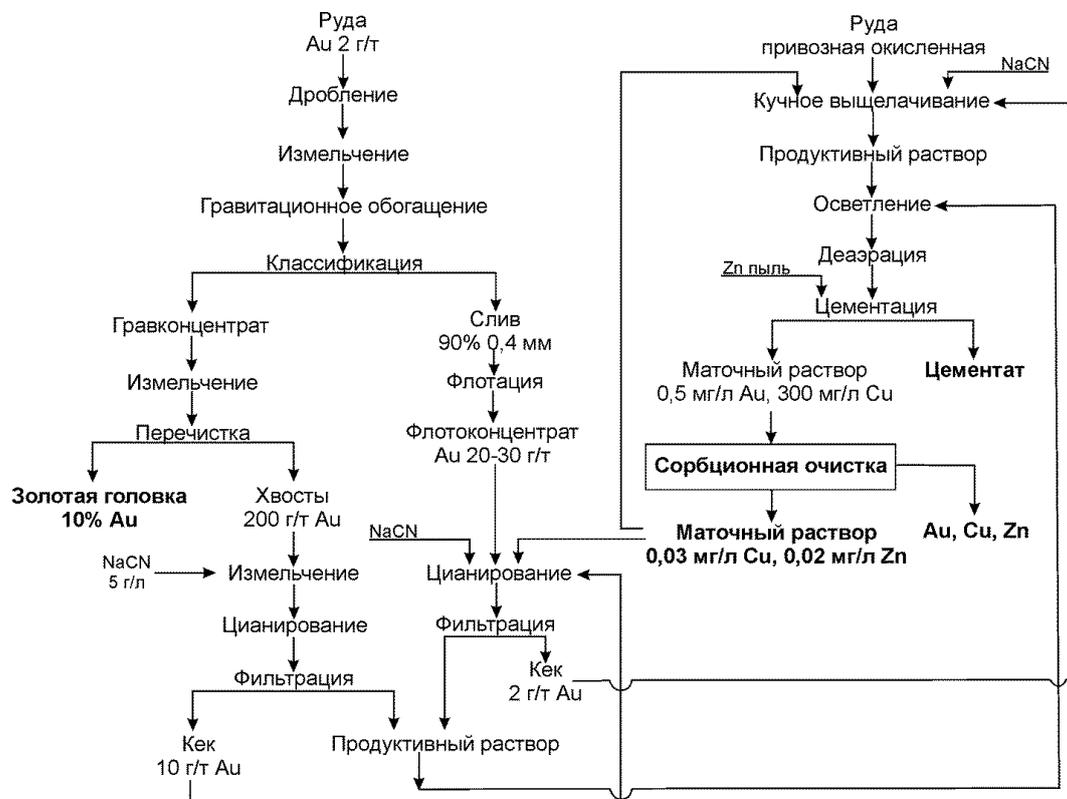
Основным недостатком технологической схемы, принятой на ООО «Березовский рудник» является то, что в оборотных маточных растворах накапливается большое количество меди.

В результате накопления меди происходит значительное снижение извлечения золота, при цементации золота медь, находящаяся в цианистых растворах в виде аниона  $\text{Cu}(\text{CN})_3^{2-}$  (уравнение 1), легко вытесняется цинком и покрывает его поверхность. При значительной концентрации меди осаждение золота может полностью прекратиться [4].



Нами предложено ввести стадию сорбционного кондиционирования оборотных маточных растворов. Это позволит снизить концентрацию меди и извлечь дополнительное количество золота. На стадии сорбционной очистки

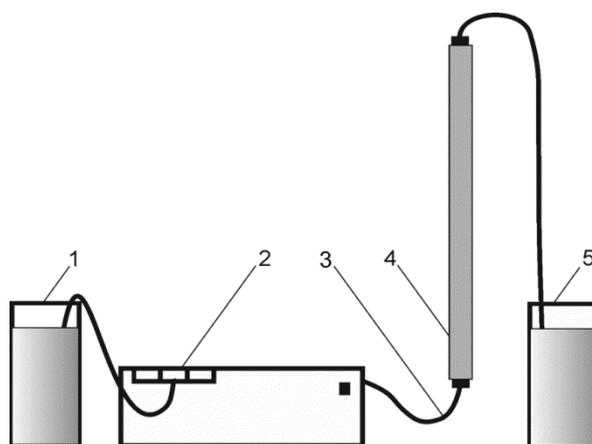
предполагается использовать высокоосновный анионит АВ-17×8. Предлагаемая технологическая схема представлена на рисунке 1.



**Рисунок 1. Предлагаемая технологическая схема**

Для сорбционного кондиционирования был использован раствор с  $pH=10$ , состав которого приведен в таблице 1.

Анионит АВ-17×8 перевели в  $OH^-$ -форму и  $20\text{ см}^3$  сорбента загрузили в стеклянную колонку. Раствор подавали снизу-вверх со скоростью 2,5 уд. объемов в час. Схема экспериментальной установки приведена на рисунке 2.



**Рисунок 2. Схема экспериментальной установки. 1 – емкость с исходным раствором; 2 – перистальтический насос; 3 – шланги; 4 – колонка с сорбентом; 5 – емкость с фильтратом**

Фильтраты анализировали на содержание золота, меди, цинка и  $\text{CN}^-$ . Результаты приведены в таблице 1.

**Таблица 1.**

**Составы исходного и растворов после сорбционного кондиционирования, мг/дм<sup>3</sup>**

Растворы	Au	Cu	Zn	$\text{CN}^-$
Исходный	0,5	300	200	500
После сорбции	-	0,018	0,02	0,03

Отсутствие в фильтрах золота и низкие концентрации цветных металлов свидетельствуют об эффективности процесса кондиционирования.

Также были произведены исследования по использованию ультразвуковых колебаний во время процесса сорбции. Во многих работах показано, что использование колебаний акустических колебаний в процессах сорбции позволяет резко сократить продолжительность насыщения сорбента, а в некоторых случаях и увеличить его емкость [2].

Ультразвуки имеют частоту 18–22 КГц и не воспринимаются человеческим слухом. Многие гидрометаллургические процессы интенсифицируются при наложении ультразвукового воздействия. Предположительно, ультразвук ускоряет процессы диффузии в диффузионном слое и внутри зерна

сорбента. Поэтому были проведены исследования по использованию ультразвука при сорбции на сорбентах ВП-1П и АВ-17×8. Время ультразвукового воздействия составляло 3 минуты, частота 20 КГц. Общее время контакта ионита с раствором 2 часа. Результаты исследования приведены в таблице 2.

**Таблица 2.**

**Результаты сорбции с использованием ультразвука**

Ионит	Концентрация, мг/дм <sup>3</sup>			
	Ag	Zn	Cu	CN <sup>-</sup>
ВП-1П	0,084	47,8	214,6	200
АВ-17×8	0,025	0	60,2	100

После наложения ультразвука было обнаружено разрушение гранул сорбента ВП-1П, ионит АВ-17×8 проявил большую стойкость. Вследствие различной механической прочности, время акустического воздействия подбирается для каждого сорбента индивидуально.

За 2 часа контакта ионит АВ-17×8 поглотил 100% цинка и 23% меди, что свидетельствует о его высоких кинетических характеристиках. Таким образом, необходимо продолжение исследований в этом направлении.

В результате ряда исследовательских работ, выполненных в нашей стране и за рубежом, предложено несколько технологических схем регенерации насыщенных в цианистом процессе анионитов, в основе которых лежит принцип селективной десорбции благородных металлов и примесей неблагородных металлов и неметаллических соединений [3].

Нами была проведена десорбция ионита АВ-17×8 в ОН<sup>-</sup> форме, предварительно насыщенного в исходном растворе. Для сорбции использовали 10 см<sup>3</sup> ионита. Первая промывка проведена 100 см<sup>3</sup> дистиллированной воды. Далее, для десорбции использовали 50 см<sup>3</sup> 10% раствор тиомочевины, содержащий 2,5% соляной кислоты. Результаты десорбции приведены в таблице 3.

## Результаты десорбции

Реагент	Концентрация, мг/дм <sup>3</sup>			
	Au	Cu	Zn	CN <sup>-</sup>
H <sub>2</sub> O	-	0,04	0,2	40
CH <sub>4</sub> N <sub>2</sub> S + HCl	0,47	319	7,3	32

В результате элюирования раствором тиомочевины, обнаружено, что в элюат перешло практически 100% меди, что очень важно для нашего случая, и примерно 12% цинка. При проведении десорбции происходит образование синильной кислоты, что требует особой осторожности и соблюдения мер безопасности. В элюат перешло примерно 19% цианида от поглощенного из раствора. К сожалению, пока не удалось достичь значительной регенерации цианида, что будет сделано в дальнейших исследованиях. Кроме того, требует дальнейшей проработки вопрос десорбции цинка.

Реализация данной технологии на ООО «Березовский рудник» позволит повысить извлечение золота цементацией и снизить расход цинковой пыли на побочные реакции.

## Список литературы:

1. Лодейщиков, В.В. Технология извлечения золота и серебра из упорных руд: В 2-х томах: монография / В.В. Лодейщиков – Иркутск: ОАО «Иргиридмет», 1999. – Т.1. 342 с.
2. Новицкий, Б.Г. Применение акустических колебаний в химико-технологических процессах / Б.Г. Новицкий – М.: Химия, 1983. – 191 с.
3. Стрижко, Л.С. Металлургия золота и серебра: учебное пособие для вузов / Л.С. Стрижко – М.: МИСиС, 2001. – 336 с.
4. Файберг, А.А. Кондиционирование цианидных оборотных растворов с повышенным содержанием меди: дис. на соискание ст. канд. техн. наук: 05.16.02 / А.А. Файберг. – Иркутск: ОАО «Иргиридмет», 2010. – 154 с.
5. Jay, W.H. Copper cyanidation chemistry and the application of ion exchange resins and solvent extractants in copper-gold cyanide recovery systems / W.H. Jay – Technical Proceedings ALTA. Melbourne, 2000. – 134–145 p.

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В СЭС ЧАСТНЫХ СЕКТОРОВ**

***Сичевский Алексей Сергеевич***

*студент, Кузбасский государственный технический университет  
имени Т.Ф. Горбачёва,  
РФ, г. Кемерово*

***Коваленко Владислав Андреевич***

*студент, Кузбасский государственный технический университет  
имени Т.Ф. Горбачёва,  
РФ, г. Кемерово*

***Долгопол Татьяна Леонидовна***

*научный руководитель, доц., Кузбасский государственный технический  
университет имени Т.Ф. Горбачёва,  
РФ, г. Кемерово*

Для электросетевых компаний соблюдение нормативного уровня напряжения является актуальной проблемой. Технологический прогресс приводит к тому, что у потребителей в домах появляется все больше электроприборов, в состав которых входят элементы крайне чувствительные к отклонениям напряжения от допустимых значений, способные выйти из строя. А это приводит к экономическим потерям для электросетевых компаний, поскольку потребитель вправе потребовать замену пришедшего в негодность электроприбора. Особо остро данная проблема стоит перед собственниками дачных участков, которые заинтересованы в качественном и сравнительно недорогом электроснабжении в связи с тем, что приобретение электрооборудования, его монтаж и обслуживание осуществляется за счет взносов членов кооператива.

Согласно ГОСТу 32144-2013 «Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения» [1] медленные отклонения напряжения в точке передачи электрической энергии не должны превышать  $\pm 10\%$  от номинального или согласованного значения напряжения в течение 100% времени интервала в одну неделю.

Для сравнительного анализа эффективности способов уменьшения потерь напряжения в воздушных линиях (ВЛ) была выбрана ул. Славянская, являющаяся частью садоводческого кооператива «Октябрьский», расположенного в районе г. Берёзовский. На данной улице располагаются 24 земельных участка, питание потребителей электроэнергией осуществляется по двум линиям электропередач (ЛЭП) и через трансформатор ТМ-160/10 (рис.2).

Провод марки А-35 не может обеспечить у самых удаленных потребителей требуемое качество электроэнергии по медленным отклонениям напряжения. Был проведен технико-экономический анализ, с целью отыскания менее затратных способов уменьшения потерь напряжения в ЛЭП 0,4 кВ.

Для начала стоит учесть потери напряжения во вторичной обмотке трансформатора, которые можно определить из систематизированных таблиц [3], при номинальной нагрузке и номинальном напряжении на зажимах низшего напряжения (НН). Для трансформатора ТМ-160/10 потери напряжения составляют 3,10%. Следовательно, отклонение напряжения в ЛЭП 0,4 кВ, ул. Славянская, не должно превышать 6,9%.

Согласно СП 31-110-2003 [2], удельная расчетная электрическая нагрузка дачного дома составляет 2,6 кВт (в расчетах примем – 5 кВт, чтобы учесть дальнейший рост нагрузки потребителей). Тогда максимальный ток нагрузки ВЛ составит:

$$I_p = \frac{P_p}{\sqrt{3} \cdot U_H \cdot \cos\varphi} = \frac{12 \cdot 5}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,9} = 101,29 \text{ А}, \quad (1)$$

где:  $P_p$  – расчетная нагрузка ВЛ, кВт;  $U_H$  – номинальное напряжение сети, кВ;  $\cos\varphi$  – коэффициент мощности нагрузки.

Одним из способов поддержания требуемого уровня напряжения у потребителей является установка вольтодобавочных трансформаторов (ВДТ). Однако, лишь некоторые отечественные производители изготавливают данное оборудование, и стоимость одного ВДТ для сетей 0,4 кВ колеблется в диапазоне от 695000 до 950000 руб. В общей сложности, необходимо два таких

трансформатора. Участникам дачного кооператива не по силам будет столь большая сумма.

Более экономичным способом уменьшения потерь напряжения в ЛЭП является увеличение сечения проводов. Был выбран провод марки А, сечением 50 мм<sup>2</sup>, для которого были определены затраты на приобретение требуемого количества проводов с учетом общей длины ЛЭП – 3040 метров (табл.1).

Еще одним из способов по уменьшению потерь напряжения в ВЛ может послужить установка компенсаторов реактивной мощности (КРМ). При этом увеличение сечения ЛЭП не требуется и конденсаторная установка подключается непосредственно к шине 0,4 кВ. Для выбора КРМ было определено значение реактивной мощности, требующей компенсации:

$$Q_{КРМ} = P_p \cdot (tg\varphi_2 - tg\varphi_1) = 120 \cdot (0,48 - 0,31) = 20,4 \text{ кВАр}, (2)$$

где:  $tg\varphi_1$  – после установки КРМ;  $tg\varphi_2$  – до установки КРМ.

Для компенсации реактивной мощности была выбрана конденсаторная установка КРМ-50/12,5, с номинальной мощностью 50 кВАр (с учетом роста нагрузки потребителей), и определены затраты на ее приобретение (табл.1).

**Таблица 1.**

**Сравнение характеристик и затрат на приобретение А-50 и КРМ-50/12,5**

	<b>А-50</b>	<b>КРМ-50/12,5</b>
Длина, м	3040	–
Мощность, кВАр	–	50
Допустимый ток, А	210	230
Стоимость, руб./м (руб./шт.)	33,46	33000
Итого, руб.	101718	33000

С экономической точки зрения установка КРМ лучше, чем увеличение сечения провода: выгода составляет 68718 рублей. Кроме того, замена провода – это более трудоемкое мероприятие, в сравнении с установкой компенсирующего устройства.

С целью сравнения потерь напряжения для выбранных энергосберегающих мероприятиях были рассчитаны потери напряжения в линии в зависимости от длины при использовании проводов А-35, А-50 и конденсаторной установки:

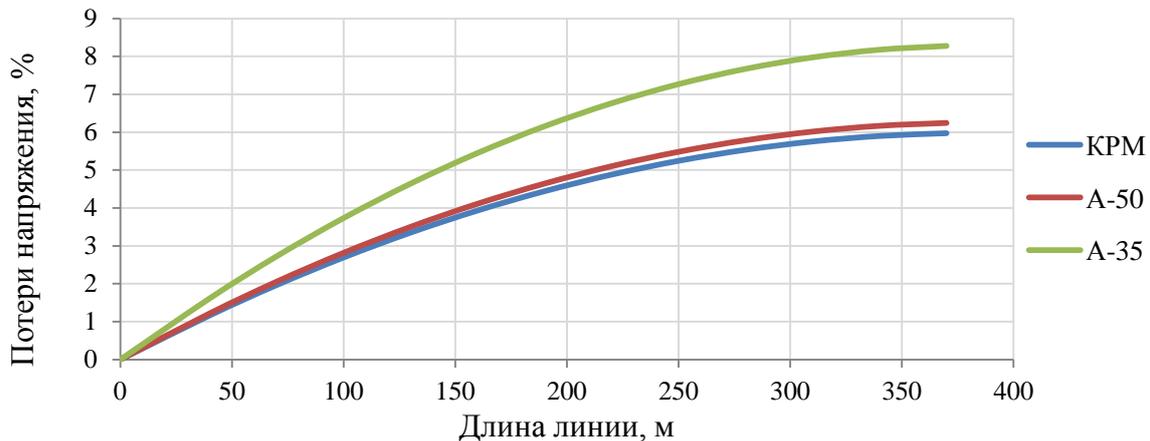
$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot (R_o \cdot \cos \varphi + X_o \cdot \sin \varphi) \cdot 100\%}{U_H} \cdot \Sigma I_{pi} \cdot l_i, \quad (3)$$

где:  $l_i$  – длина  $i$  –того участка линии, м;  $U_H$  – номинальное напряжение сети, кВ;  $I_p$  – расчетный ток в сети, А; и  $r_o, x_o$  – погонные активное и индуктивное сопротивления проводов, Ом/км.

Стоит учесть тот факт, что при установке КРМ ток нагрузки сети уменьшается, поскольку коэффициент мощности возрастает:

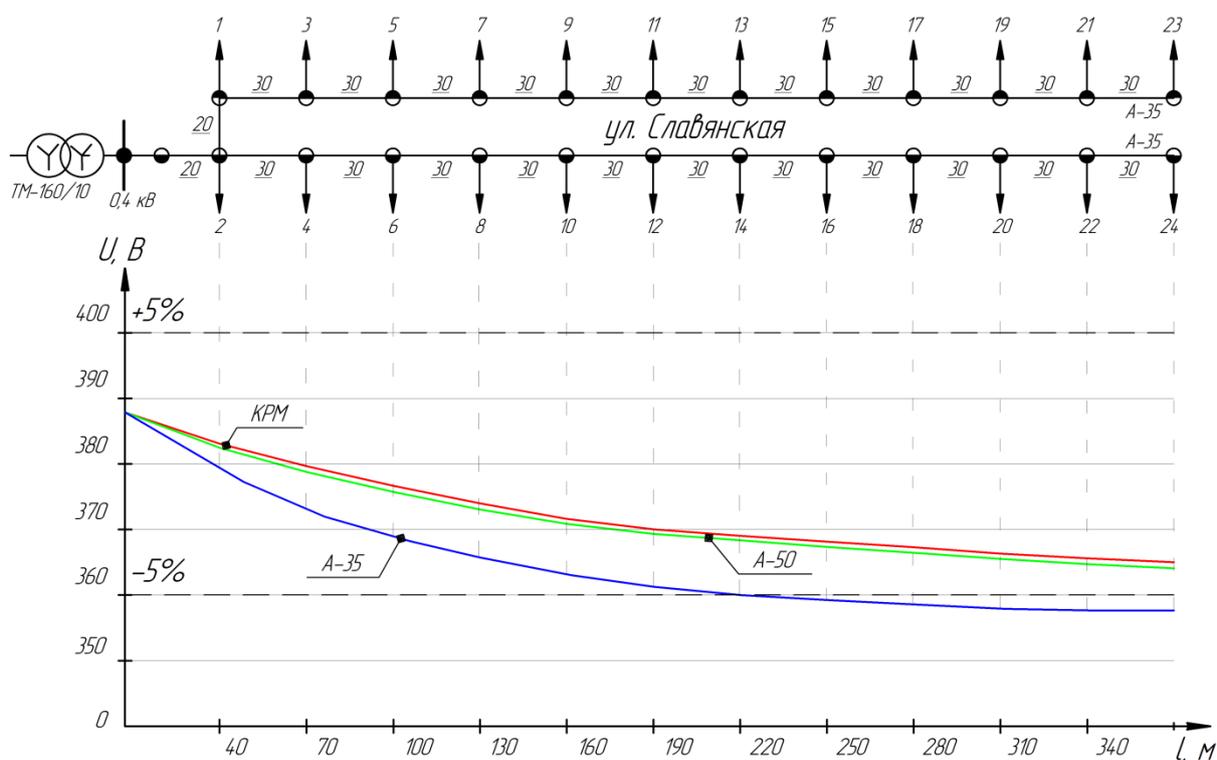
$$I_{pКРМ} = \frac{P_p}{\sqrt{3} \cdot U_H \cdot \cos \varphi} = \frac{12 \cdot 5}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,96} = 95,07 \text{ А}, \quad (4)$$

На основе полученных результатов построена гистограмма (рис.1).



**Рисунок 1. Сравнение потерь напряжения в ЛЭП 0,4 кВ ул. Славянская**

С учетом потерь напряжения на стороне НН в трансформаторе был построен график зависимости изменения значения напряжения от удаленности потребителя (рис.2).



**Рисунок 2. Зависимость значения напряжения от длины ЛЭП 0,4 кВ ул. Славянская**

Таким образом, произведенный анализ показал, что установка компенсирующих устройств лучше увеличения сечения провода как с экономической точки зрения, так и с точки зрения энергоэффективности, поскольку потери напряжения в ВЛ при использовании КРМ-50/12,5 на 0,271% меньше, чем при установке провода А-50.

### Список литературы:

1. ГОСТ 32144-2013. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – Москва: Стандартинформ, 2014. – 16 с.
2. Постановление Госстроя РФ от 26 октября 2003 г. № 194. Свод правил по проектированию и строительству СП 31-110-2003.
3. Потери напряжения в понижающих трансформаторах – [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://www.websor.ru/poterya\\_napr\\_transa.html](http://www.websor.ru/poterya_napr_transa.html).

## МЕТОД ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ЗОЛОТА В ЦИАНИСТОМ РАСТВОРЕ В ПРИСУТСТВИИ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ОКИСЛИТЕЛЕЙ

**Старков Александр Михайлович**

*магистрант, Уральский федеральный университет  
им. первого Президента России Б.Н. Ельцина,  
РФ, г. Екатеринбург*

**Рябухин Егор Алексеевич**

*магистрант, Уральский федеральный университет  
им. первого Президента России Б.Н. Ельцина,  
РФ, г. Екатеринбург*

**Лобанов Владимир Геннадьевич**

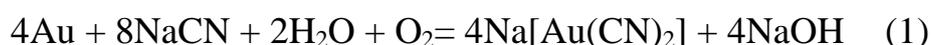
*научный руководитель, проф., канд. техн. наук, Уральский федеральный  
университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина,  
РФ, г. Екатеринбург*

В настоящее время цианирование остается основным методом добычи золота и серебра из руд.

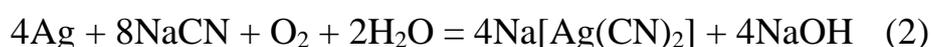
Преимуществами процесса цианирования является его селективность по отношению к золоту, серебру и другим благородным металлам, сравнительно небольшие расходы цианидов (0,2–0,5 кг/т руды), нахождение золота и серебра в виде анионных комплексов, легко отделяемых от катионных примесей на ионообменных сорбентах. Основным недостатком данной технологии является низкая скорость выщелачивания золота [1].

Реакция золота с цианидами протекает в присутствии кислорода воздуха: измельчённую золотоносную породу обрабатывают разбавленным раствором цианида натрия, из образующегося раствора цианоаурата натрия  $\text{Na}[\text{Au}(\text{CN})_2]$  золото осаждают либо цинковой пылью, либо на специальных ионообменных смолах.

Для золота химизм процесса описывается уравнением:



Серебро растворяется по реакции:



Повышение концентрации кислорода интенсифицирует процесс.

Кислород – малорастворимый в воде газ. Его концентрация в воде при нормальных условиях не превышает 8 мг/л. Если учесть, что при растворении золота кислород непрерывно расходуется, то обычная его концентрация в прилегающем к поверхности золотин слое, оказывается неизмеримо ниже и в среднем составляет не более 2–3 мг/л. Для обеспечения высокой скорости растворения золота такой концентрации кислорода совершенно недостаточно. Поэтому, чтобы интенсифицировать процесс растворения золота, нужно подать в зону реакции не только достаточное, но и избыточное количество кислорода. Опыты показали, что отсутствие кислорода в растворе совершенно прекращает растворение металла даже при наличии достаточной концентрации цианида. Увеличение концентрации кислорода в растворе можно добиться путем введения альтернативных окислителей [2].

Целевое назначение кислорода и альтернативных окислителей – акцептировать электроны, донором которых является окисляемое золото.



Чем активнее окислитель, чем выше его окисляющая способность и концентрация в выщелачивающем растворе, тем большей скорости окисления следует ожидать. Вместе с тем, при достаточном окислительном потенциале, например в присутствии перекиси водорода, помимо золота, может окисляться и цианид:



Приведенная реакция является химической основой широко используемого метода обезвреживания сбросных цианистых растворов [3].

Таким образом, само по себе введение более сильного, чем кислород, окислителя, являясь основой ускорения цианистого выщелачивания, имеет ограничение. Вполне очевидно, что ограничивающим фактором является окислительно-восстановительный потенциал (ОВП) выщелачивающей системы. Этот параметр должен обеспечивать интенсификацию окисления золота (реакция 3), но быть меньше значения, при котором становится возможным окислительное разложение цианида (реакция 4).

Окислительные потенциалы известных окислителей и их предельные концентрации различны. В практическом применении критерием является значение ОВП, являющееся производным от значения стандартного ОВП окислителя и его концентрации в выщелачивающей системе. Значения стандартных значений ОВП полуреакций окисления золота и циан-иона, а также ОВП, характеризующие окислительный потенциал кислорода, перекиси, бромат-иона, озона приведены в таблице 1.

**Таблица 1.**

**Значения стандартных ОВП возможных превращений при цианистом выщелачивании**

№	Реакция	E <sup>0</sup> , В
1	$\text{Au} + 2\text{CN}^- = \text{Au}(\text{CN})_2^- + \bar{e}$	-0.54
2	$\text{CN}^- + 2\text{OH}^- = \text{CNO}^- + \text{H}_2\text{O} + 2\bar{e}$	-0.97
3	$\text{O}_2(\text{r}) + 2\text{H}_2\text{O} + 4\bar{e} = 4\text{OH}^-$	+ 0.4
4	$\text{BrO}_3^- + 2\text{H}_2\text{O} + 4\bar{e} = \text{Br}^- + 4\text{OH}^-$	+0,54
5	$\text{BaO}_2 + 2\text{H} + 2\bar{e} = \text{BaO} + \text{H}_2\text{O}$	+1,02
6	$\text{H}_2\text{O}_2 + 2\bar{e} = 2\text{OH}^-$	+ 0,95
7	$\text{O}_3(\text{r}) + \text{H}_2\text{O} + 2\bar{e} = \text{O}_2(\text{r}) + 2\text{OH}^-$	+ 1,24

Из приведенных данных следует, что:

- термодинамически в цианистом растворе золото окислить легче, чем циан-ион;
- кислород по значению ОВП значительно уступает альтернативным окислителям.

Специальные исследования показали, что независимо от вида используемого окислителя, но при разных концентрациях, окислительное разложение цианида наблюдается при достижении ОВП  $-0,3 \div -0,5$  В. Очевидно, что при цианировании концентрация альтернативного окислителя должна быть меньше, чем та, при которой достигается данный ОВП.

При выборе альтернативного окислителя предпочтение следует отдавать перекиси водорода, как наиболее доступному и экологически нейтральному реагенту. Опыты показали, что при замене кислорода на перекись при прочих равных условиях наблюдается ускорение растворения золота в 1,5–2 раза.

Заметное окисление цианида начинается при концентрации перекиси 3–5 г/л; что соответствует значению ОВП-0,4В.

Повышенная до допустимого уровня концентрация окислителя предоставляет возможности дополнительно ускорить процесс выщелачивания с использованием более концентрированных по цианиду растворов. Исследованиями установлено, что в растворах с концентрацией NaCN от 1 до 10 г/л при использовании разных окислителей скорость выщелачивания золота возрастает еще в 1,3–1,5 раза. Использование более высоких концентраций цианида положительного эффекта не оказывает.

При использовании альтернативного окислителя для ускорения процесса становится возможным использовать еще один технологический фактор – нагрев пульпы. В соответствии с известными физико-химическими законами скорость большинства химических превращений резко возрастает при повышении температуры. Целевые опыты подтвердили, что при прочих равных условиях цианистое выщелачивание золота и, особенно, серебра при нагревании с 20 до 50°C протекает в 2–3 раза интенсивнее. Чрезмерное повышение температуры технологически неприемлемо и экономически неоправданно. При температуре выше 60°C наблюдается интенсивное испарение растворов и усиливается нежелательная реакция разложения цианида [4]. Целью исследований была проверка влияния добавки окислителей на интенсификацию процесса цианистого выщелачивания золота. Также проведена оценка влияния температуры в совокупности с действием окислителей.

### **Обсуждение результатов**

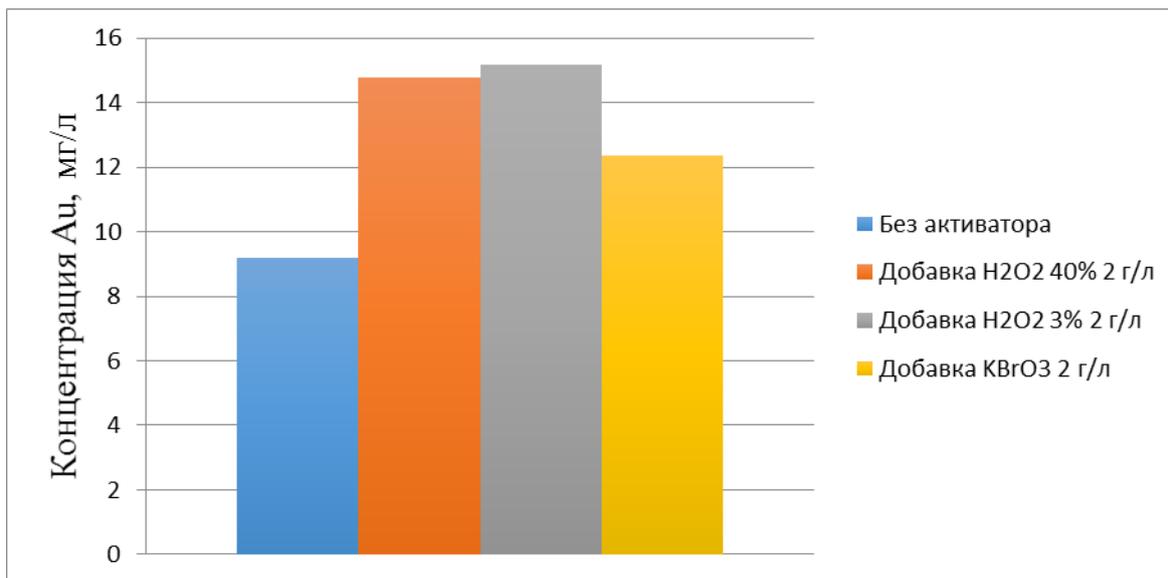
Исследования проводили на золотом диске диаметром 13мм. В качестве альтернативных окислителей были выбраны: KBrO<sub>3</sub>, 40%-й раствор H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, 3%-й раствор H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.

Результаты опытов представлены в таблице 2и на рисунках 1 и 2.

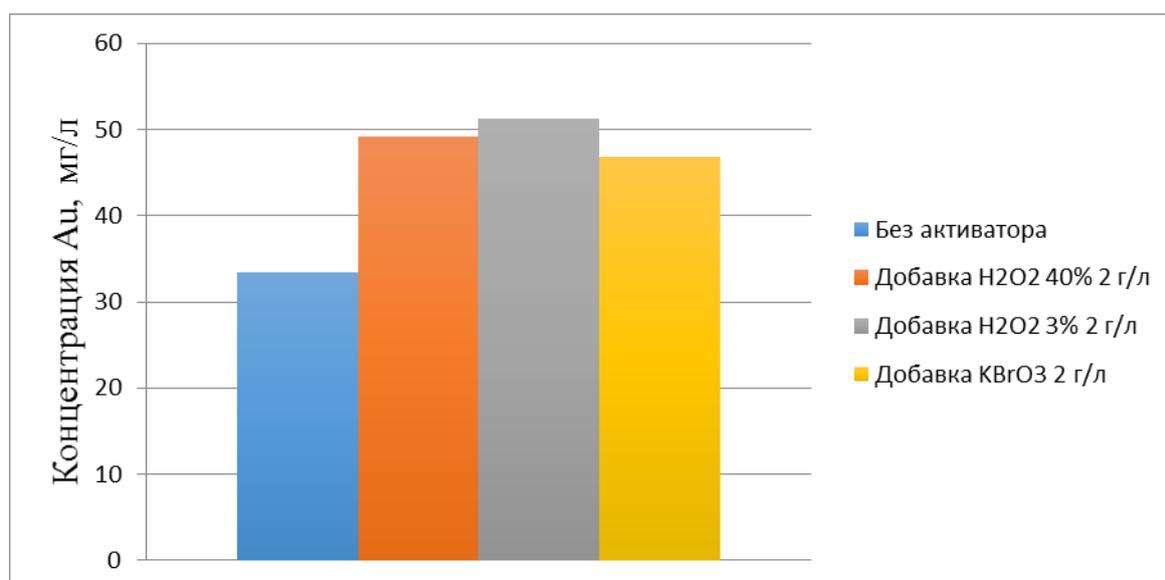
**Таблица 2.**

**Результаты опытов на золотом диске**

Активатор	Концентрация Au в растворе, мг/л	
	Без нагрева	С нагревом
Без активатора	9,17	33,4
Добавка H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 40% 2 г/л	14,77	49,22
Добавка H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 3% 2 г/л	15,19	51,3
Добавка KBrO <sub>3</sub> 2 г/л	12,36	46,8



**Рисунок 1. Концентрация золота в растворе с применением активаторов**



**Рисунок 2. Концентрация золота в растворе с применением активаторов и нагревом**

В данной работе применялись растворы перекиси с разной концентрацией. Это связано с тем что в 3%-й перекиси содержится бензоат натрия, который препятствует разложению цианида. На практике лучшим окислителем является 40%-й раствор перекиси. Он обеспечивает приемлемые показатели извлечения золота, а также потребуются меньшие затраты на транспортировку раствора.

По результатам проведенных опытов можно сделать вывод, что применение дополнительных реагентов-окислителей дает положительный эффект, скорость цианирования возрастает. Подогрев раствора также оказывает положительное действие. Данные реагенты относительно недорогие, не агрессивны к аппаратуре и не токсичны. Применение их в процессе цианирования позволит получить дополнительную выгоду.

#### **Список литературы:**

1. Заявка №2016113976 РФ, МПК С 22 В 11/08 «Способ цианистого выщелачивания золота и серебра» от 11.04.2016.
2. Пат. США, МПК<sup>3</sup>, С 22 В 11/08, Способ рециркуляции цианида в цикл извлечения благородных металлов [Текст] / Заявитель: Терри Дж.Маддер, Адриан Джеймс Голдстоун; патентообладатель: КоурГоулд Нью Зилэнд Лимитед, Викинг Майнинг Компани Лимитед – № 3617567; заявл. 04.01.1993; опубл. 27.01.1998, Бюл. № 23 (II ч.). – 3 с.: ил.
3. Плаксин И.Н. «Проблемы интенсификации гидromеталлургических процессов извлечения золота» в И.Н. Плаксин «Гидromеталлургия». Избранные труды, С.68, «Наука», Москва, 1972 г.
4. Цианирование//Горная энциклопедия, 2015. – Режим доступа: <http://www.mining-enc.ru/c/cianirovanie/>, свободный.

## **ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА ВИЖЕНЕРА**

*Хильта Александр Юрьевич*

*студент Ставропольского государственного педагогического института,  
РФ, г. Ставрополь*

*Оленев Александр Анатольевич*

*научный руководитель, доц. кафедры математики и информатики,  
преподаватель Ставропольского государственного  
педагогического института,  
РФ, г. Ставрополь*

Люди издревле пытались сохранить свою информацию, для этого они разрабатывали различные схемы, методы, алгоритмы кодирования и шифрования информации. Была создана целая наука, которая занимается шифрованием и кодированием информации. Криптография или криптология - это наука и искусство передачи сообщений в таком виде, чтобы их нельзя было прочесть. Основные методы криптографии нацелены в первую очередь на превращение открытого текста в нечитаемый текст, который сложно понять без секретного ключа, известного только доверенным лицам [3].

На сегодняшний день насчитывается огромное количество шифров таких, как шифр Цезаря, книжный шифр, шифр Атбаш, шифр Френсиса Бэкона, шифр Виженера, масонский шифр, но рассмотреть все эти шифры в рамках одной статьи невозможно. Мы рассмотрим один из этих шифров, который назван в честь Французского дипломата. Данный шифр использовался конфедератами во время Гражданской войны. Шифр состоял из 26 шифров Цезаря с различными значениями сдвига [1].

Данный метод, был разработан французским дипломатом Блейсом Виженером в 16 веке. Он предложил использовать, для создания зашифрованных сообщений, не один, а несколько алфавитов, размещенных в прямоугольной таблице (*tabula recta*). Количество алфавитов для каждого языка определяется количеством букв в этом алфавите. Так, например, для русского алфавита следует использовать 32 или 33 алфавита, а для английского – 26 алфавитов.

При составлении шифровальной таблицы для использования шифра Виженера следует соблюдать определенные правила. Для русского языка таблица будет иметь следующий вид. (Таблица 1). Для чего нужна эта таблица мы рассмотрим позже.

*Таблица 1.*

**Шифровальная таблица для русского алфавита**

	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	Й	К	Л	М	Н	О	П	Р	С	Т	У	Ф	Х	Ц	Ч	Ш	Щ	Ъ	Ы	Ь	Э	Ю	Я
А	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	Й	К	Л	М	Н	О	П	Р	С	Т	У	Ф	Х	Ц	Ч	Ш	Щ	Ъ	Ы	Ь	Э	Ю	Я
Б	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	Й	К	Л	М	Н	О	П	Р	С	Т	У	Ф	Х	Ц	Ч	Ш	Щ	Ъ	Ы	Ь	Э	Ю	Я	А
В	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	Й	К	Л	М	Н	О	П	Р	С	Т	У	Ф	Х	Ц	Ч	Ш	Щ	Ъ	Ы	Ь	Э	Ю	Я	А	Б
Г	Г	Д	Е	Ж	З	И	Й	К	Л	М	Н	О	П	Р	С	Т	У	Ф	Х	Ц	Ч	Ш	Щ	Ъ	Ы	Ь	Э	Ю	Я	А	Б	В
Д	Д	Е	Ж	З	И	Й	К	Л	М	Н	О	П	Р	С	Т	У	Ф	Х	Ц	Ч	Ш	Щ	Ъ	Ы	Ь	Э	Ю	Я	А	Б	В	Г
Е	Е	Ж	З	И	Й	К	Л	М	Н	О	П	Р	С	Т	У	Ф	Х	Ц	Ч	Ш	Щ	Ъ	Ы	Ь	Э	Ю	Я	А	Б	В	Г	Д
Ж	Ж	З	И	Й	К	Л	М	Н	О	П	Р	С	Т	У	Ф	Х	Ц	Ч	Ш	Щ	Ъ	Ы	Ь	Э	Ю	Я	А	Б	В	Г	Д	Е
З	З	И	Й	К	Л	М	Н	О	П	Р	С	Т	У	Ф	Х	Ц	Ч	Ш	Щ	Ъ	Ы	Ь	Э	Ю	Я	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж
И	И	Й	К	Л	М	Н	О	П	Р	С	Т	У	Ф	Х	Ц	Ч	Ш	Щ	Ъ	Ы	Ь	Э	Ю	Я	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З
Й	Й	К	Л	М	Н	О	П	Р	С	Т	У	Ф	Х	Ц	Ч	Ш	Щ	Ъ	Ы	Ь	Э	Ю	Я	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И
К	К	Л	М	Н	О	П	Р	С	Т	У	Ф	Х	Ц	Ч	Ш	Щ	Ъ	Ы	Ь	Э	Ю	Я	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	Й
Л	Л	М	Н	О	П	Р	С	Т	У	Ф	Х	Ц	Ч	Ш	Щ	Ъ	Ы	Ь	Э	Ю	Я	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	Й	К
М	М	Н	О	П	Р	С	Т	У	Ф	Х	Ц	Ч	Ш	Щ	Ъ	Ы	Ь	Э	Ю	Я	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	Й	К	Л
Н	Н	О	П	Р	С	Т	У	Ф	Х	Ц	Ч	Ш	Щ	Ъ	Ы	Ь	Э	Ю	Я	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	Й	К	Л	М
О	О	П	Р	С	Т	У	Ф	Х	Ц	Ч	Ш	Щ	Ъ	Ы	Ь	Э	Ю	Я	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	Й	К	Л	М	Н
П	П	Р	С	Т	У	Ф	Х	Ц	Ч	Ш	Щ	Ъ	Ы	Ь	Э	Ю	Я	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	Й	К	Л	М	Н	О
Р	Р	С	Т	У	Ф	Х	Ц	Ч	Ш	Щ	Ъ	Ы	Ь	Э	Ю	Я	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	Й	К	Л	М	Н	О	П
С	С	Т	У	Ф	Х	Ц	Ч	Ш	Щ	Ъ	Ы	Ь	Э	Ю	Я	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	Й	К	Л	М	Н	О	П	Р
Т	Т	У	Ф	Х	Ц	Ч	Ш	Щ	Ъ	Ы	Ь	Э	Ю	Я	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	Й	К	Л	М	Н	О	П	Р	С
У	У	Ф	Х	Ц	Ч	Ш	Щ	Ъ	Ы	Ь	Э	Ю	Я	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	Й	К	Л	М	Н	О	П	Р	С	Т
Ф	Ф	Х	Ц	Ч	Ш	Щ	Ъ	Ы	Ь	Э	Ю	Я	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	Й	К	Л	М	Н	О	П	Р	С	Т	У
Х	Х	Ц	Ч	Ш	Щ	Ъ	Ы	Ь	Э	Ю	Я	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	Й	К	Л	М	Н	О	П	Р	С	Т	У	Ф
Ц	Ц	Ч	Ш	Щ	Ъ	Ы	Ь	Э	Ю	Я	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	Й	К	Л	М	Н	О	П	Р	С	Т	У	Ф	Х
Ч	Ч	Ш	Щ	Ъ	Ы	Ь	Э	Ю	Я	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	Й	К	Л	М	Н	О	П	Р	С	Т	У	Ф	Х	Ц
Ш	Ш	Щ	Ъ	Ы	Ь	Э	Ю	Я	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	Й	К	Л	М	Н	О	П	Р	С	Т	У	Ф	Х	Ц	Ч
Щ	Щ	Ъ	Ы	Ь	Э	Ю	Я	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	Й	К	Л	М	Н	О	П	Р	С	Т	У	Ф	Х	Ц	Ч	Ш
Ъ	Ъ	Ы	Ь	Э	Ю	Я	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	Й	К	Л	М	Н	О	П	Р	С	Т	У	Ф	Х	Ц	Ч	Ш	Щ
Ы	Ы	Ь	Э	Ю	Я	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	Й	К	Л	М	Н	О	П	Р	С	Т	У	Ф	Х	Ц	Ч	Ш	Щ	Ъ
Ь	Ь	Э	Ю	Я	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	Й	К	Л	М	Н	О	П	Р	С	Т	У	Ф	Х	Ц	Ч	Ш	Щ	Ъ	Ы
Э	Э	Ю	Я	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	Й	К	Л	М	Н	О	П	Р	С	Т	У	Ф	Х	Ц	Ч	Ш	Щ	Ъ	Ы	Ь
Ю	Ю	Я	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	Й	К	Л	М	Н	О	П	Р	С	Т	У	Ф	Х	Ц	Ч	Ш	Щ	Ъ	Ы	Ь	Э
Я	Я	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	Й	К	Л	М	Н	О	П	Р	С	Т	У	Ф	Х	Ц	Ч	Ш	Щ	Ъ	Ы	Ь	Э	Ю

При составлении шифровальной таблицы для использования шифра Виженера следует соблюдать определенные правила. Для русского языка

таблица будет иметь следующий вид. (Таблица 2). Для чего нужна эта таблица мы рассмотрим позже.

В современном мире кодирование информации стало очень популярной темой для обсуждений, потому что информационная безопасность играет первоочередную роль в политике как государства, так и самих людей в частности. На мой взгляд, необходимо как можно больше времени и средств выделять на развитие такой науки как криптография, с целью сохранить и защитить свою информацию от, так называемых, «пронзырливых хакеров» [1].

**Целью** данной работы является разработка автоматизированной среды для работы с информацией, требующей защиту.

**Объект исследования** – шифрование и дешифрование текста, для обеспечения доступа к информации только лиц, имеющих на это разрешение. За основу была выбрана технология шифрования, носящая название знаменитого дипломата Блейса Виженера.

**Задачи исследования:**

- 1) Проанализировать научную литературу по теме Шифр Виженера.
- 2) Разработать автоматизированную среду с использованием шифра Виженера.

**Методологическую основу** исследования составляет отобранная литература по теме криптография и ее применение в современном мире.

**Методы исследования.** Для решения поставленных задач был собран и проанализирован материал из различных источников по теме криптография, а также было разработано ПО в среде Maple.

**База исследования:** Ставропольский государственный педагогический институт.

**Теоретическая значимость** исследования состоит в том, что было собрано и проанализировано некоторое количество литературы по теме исследования.

**Практическая значимость.** В результате проделанной работы было разработано программное обеспечение. При его создании была в глубокой мере

переоценена значимость информационной безопасности, что в свою очередь послужило основой для изучения дальнейших более серьезных и сложных методов шифрования.

**Описание разработки.** Для создания приложения за основу был взят язык программирования Maple, благодаря чему появился маплет с названием “Viginere”.

**Назначение и применение программы:** созданное программное средство предназначено для шифрования и дешифрования информации используя алгоритм Виженера. Данное программное обеспечение может применяться в мало значимых ячейках общества с небольшим уровнем секретности, поскольку алгоритм шифрования очень известный, и не составит особого труда разгадать данный шифр.

**Входные и выходные данные.** В качестве входного сообщения используется введенная в текстовое поле информация, которую необходимо зашифровать. В качестве выходных данных будет зашифрованный текст, с которым потом можно производить различные манипуляции. Управление осуществляется через кнопки, выведенные на форме.

Приступим к описанию алгоритма шифрования. Суть алгоритма заключается в следующем: необходимо определиться с языком который будет взят за основу при шифровании. В нашем случае за основу взят русский алфавит. Далее необходимо выбрать «ключ» – это кодовое слово, которое будет использовано при шифровании. В качестве примера возьмем крылатую фразу «ПРИШЕЛ УВИДЕЛ ПОБЕДИЛ», а в качестве ключа возьмем слово «ЦЕЗАРЬ».

Далее составим таблицу соответствия, с использованием которой в последующем будем шифровать. (Таблица 2)

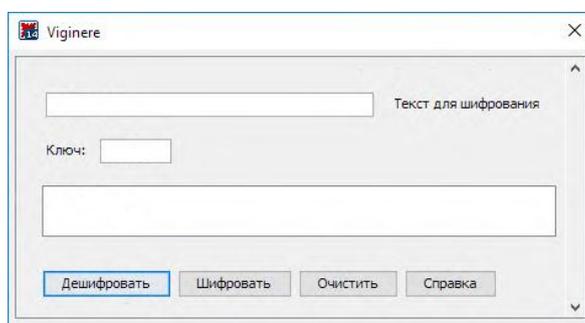
*Таблица 2.*

**Пример составления шифра Виженера**

П	Р	И	Ш	Е	Л		У	В	И	Д	Е	Л		П	О	Б	Е	Д	И	Л
Ц	Е	З	А	Р	Ь	Ц	Е	З	А	Р	Ь	Ц	Е	З	А	Р	Ь	Ц	Е	З

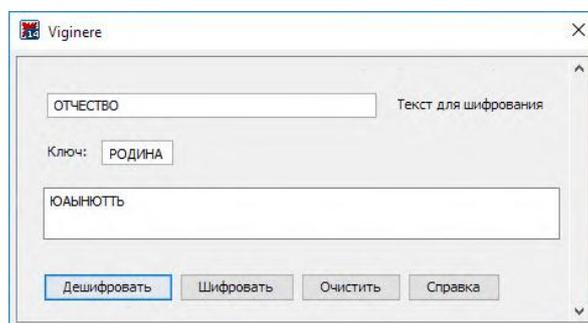
Дальше поступаем как в простой игре, под названием, «морской бой», берем Таблицу 1, и на пересечение букв (П;Ц) записываем новую букву, которая будет служить шифром. На пересечении букв (П;Ц) получилась буква «Е»; продолжаем аналогичные преобразования с последующими комбинациями.

На самой форме, которая была разработана в Maple, будет дано текстовое окно, в которое необходимо ввести текст для шифрования: текстовое окно для ключевого слова и текстовое окно, в котором будет выведен результат шифрования. Окно выглядит следующим образом (рис. 1):



**Рисунок 1. Пример окна программы “Viginere”**

При нажатии на кнопку «Шифровать» или «Дешифровать», в текстовом окне будет появляться соответствующий этим операциям текст (рис. 2).



**Рисунок 2. Пример шифрования сообщения**

При нажатии на кнопку «Справка», появляется окно, в котором изложена краткая информация о Шифре Виженера, а также краткая инструкция по использованию программы.

Если нажать на кнопку «Сброс» все текстовые окна станут пустыми [2].

### **Заключение.**

В конце хотелось бы подвести итог: при разработке программы “Viginere”, все поставленные цели были выполнены, был изучен материал по шифрованию информации и разработана программа, которая в последующем может послужить помощником при сокрытии информации.

### **Список литературы:**

1. Красильников В.В., Оленев А.А., Тоискин В.С., Тынчеров К.Т. Простейшие криптографические преобразования в среде MAPLE. – Актуальные вопросы инженерного образования – 2016: сборник научных трудов Международной научно-методической конференции. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – С. 291–298.
2. Оленев А.А., Сагдеев К.М. Абстрактная и компьютерная алгебра. Часть 1. Абстрактная алгебра в Maple. – учеб.-метод, пособие: Ставрополь, ООО «Бюро новостей», 2014. – 112 с.
3. Тоискин В.С., Тынчеров К.Т. Использование системы компьютерной алгебры MAPLE при изучении дискретной математики. – Актуальные вопросы инженерного образования-2016: сборник научных трудов Международной научно-методической конференции. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – С. 310–320.

## КОМПЛЕКСНЫЙ ПЛИТНО-СВАЙНЫЙ ФУНДАМЕНТ В СОВРЕМЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

*Цветкова Полина Юрьевна*

*магистрант, Самарский государственный технический университет  
(Архитектурно-строительный институт),  
РФ, г. Самара*

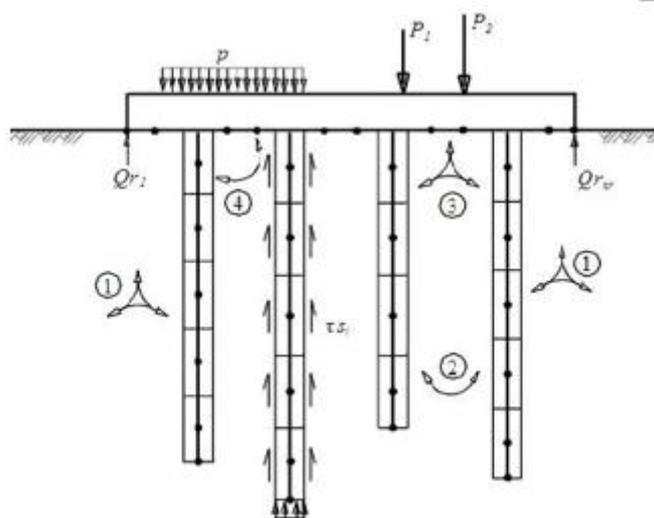
В данной статье рассмотрена конструкция комплексного плитно-свайного фундамента. Указаны основные принципы взаимодействия элементов системы «Основание-Фундамент», приведены примеры эффективного использования конструкции комплексного плитно-свайного фундамента в мировой практике фундаментостроения.

На сегодняшний день конструкция комплексного плитно-свайного фундамента находит все большее применение, как в России, так и за рубежом. Эффективность конструкции фундамента заключается в успешном решении ряда инженерно-геологических проблем, отвечая при этом требованиям экономической эффективности. Так, плитно-свайный фундамент может применяться в следующих инженерно-геологических условиях:

1. при больших величинах нагрузки на обрешетку фундамента (данное условие стало актуальным ввиду развития многоэтажного строительства);
2. при строительстве на основании, сложенном слабыми или насыпными грунтами, ввиду появления проблемы дефицита пригодных для строительства грунтов;
3. строительство в стесненных условиях, в связи с увеличением плотности городской застройки.

Плитно-свайный фундамент представляет собой монолитную плиту, опирающуюся на сваи. Плита воспринимает нагрузки от вышележащих конструкций, а сваи стабилизируют неравномерность осадок, уменьшают их величину. Особенность этого типа фундамента заключается в вовлечение в работу конструкции плитной части фундамента. Всего в системе «Основание-

Плитно-свайный фундамент» наблюдается 4 вида взаимодействия элементов конструкции (Рис.1):



**Рисунок 1. Взаимодействие элементов конструкции плитно-свайного фундамента. 1. Свая-грунт; 2. Свая-свая; 3. Плита-грунт; 4. Плита-свая**

Ключевую роль в поведении конструкции плитно-свайного фундамента играет распределение нагрузки между плитой и сваями, которое выражается следующим уравнением:

$$\alpha = \frac{\sum R_{pile}}{R_{tot}}$$

где:  $\alpha$  – коэффициент, учитывающий распределение нагрузки между сваями и плитной частью фундамента;

$\sum R_{pile}$  – нагрузка от вышележащих конструкций, приходящаяся на сваи;

$R_{tot}$  – общая нагрузка от здания.

Значение  $\alpha = 0$  свидетельствует о том, что конструкция представляет собой плитный фундамент, сваи не воспринимают нагрузку от здания;

Если  $\alpha = 1$ , значит фундамент работает как свайный, несущая способность плиты в расчетах не учитывается.

Впервые конструкция комплексного плитно-свайного фундамента была применена еще в 1980-х годах при строительстве высотных зданий офисных центров во Франкфурте (Германия). В 1985 году завершилось строительство

небоскреба Messe Torhaus. Плитно-свайный фундамент состоял из 2 отдельных фундаментных плит и 84х свай длиной 20 м, диаметром 0,9 м. Однако, расчетные данные свидетельствовали о том, что плита воспринимает всего лишь 20% общей нагрузки [1, с. 25]. А значит, эффективность комплексного плитно-свайного фундамента не была достигнута в полной мере. Максимальная осадка здания составила 120 мм.



*Рисунок 2. Небоскреб Messe Torhaus*

Следующее внедрение конструкции плитно-свайного фундамента было в 1990 при строительстве небоскреба Мессетурм (Франкфурт, Германия). Инженерно-геологические условия строительной площадки не позволяли применить конструкцию свайного фундамента. Фундамент башни Мессетурм представляет собой плиту переменной толщины (3-6 м), опирающуюся на 64 буронабивные сваи диаметром 1,3 м, предотвращающие неравномерные осадки конструкции. Расстояние между сваями варьируется в пределах  $3,5-6d$  ( $d$  – диаметр сваи). При возведении данного объекта удалось оптимизировать распределение нагрузок между плитной и свайной частью и в полной мере использовать несущую способность фундаментных конструкций [1, с. 26].



***Рисунок 3. Небоскреб Мессетурм***

Таким образом, применение комплексного плитно-свайного фундамента при строительстве небоскребов во Франкфурте позволило значительно снизить величину и неравномерность осадок до требуемой величины, а также явилось экономически более выгодным и менее трудозатратным по сравнению с использованием традиционных конструкций. Например, осадка небоскреба Майнтауэр, построенного на плитно-свайном фундаменте составила всего 2,5 см, в то время как осадка здания Штаб-квартиры “Helaba Bank”, возведенного на плитном фундаменте – 10 см [1, с. 22].

В последние десятилетия происходит интенсивный рост городов, а высотные и уникальные зданий возводятся уже и в сложных инженерно-геологических условиях. Конструкция плитно-свайного фундамента с успехом была применена при строительстве Башни Петронас (Куала-Лумпур, Малайзия) (Рис. 4).



***Рисунок 4. Башни Петронас***

Изначально фундамент был рассчитан как свайный. Однако некоторая доля общей нагрузки воспринималась плитой. Согласно расчетам [2, с. 1245], в момент строительства 34-ого этажа, 15% нагрузки от собственного веса здания передается на плитную часть фундамента. Общая осадка конструкции составила 40 мм. Здание международного коммерческого центра также изначально проектировалось на свайном фундаменте, однако расчеты показали [2, с. 1245], что плита может воспринимать около 30% общей нагрузки.

В заключение следует отметить, что комплексный плитно-свайный фундамент является эффективной конструкцией, позволяющей возводить здания в осложненных условиях строительства (при насыпных и просадочных грунтах). При строительстве высотных зданий во Франкфурте, применение конструкции плитно-свайного фундамента более чем на 50% уменьшило осадку конструкций и оказалось на 60% экономически более выгодной конструкцией по сравнению со свайными фундаментами. Однако на сегодняшний день не существует окончательного понимания работы конструкции. Следует уделять особое внимание методикам расчета и проектирования такого типа фундамента, а также более подробно рассмотреть взаимодействие элементов фундамента.

### **Список литературы:**

1. Katzenbach R., G. Bachmann, G. Boled-Mekasha, H. Ramm. Combined pile raft foundations (CPRF): an appropriate solution for the foundations of high-rise buildings. Slovak journal of civil engineering. – Slovakia, 2005, № 3.
2. Phung D.L. Settlement analysis for piled raft foundations. Japanese Geotechnical Society Special Publication. – Japan, 2015. № 34.

## ВЫБОР ДЛИНЫ КАДРА ПРИ КРАТКОВРЕМЕННОМ АНАЛИЗЕ РЕЧЕВОГО СИГНАЛА

**Чан Чунг Хиеу**

*студент, Белгородский государственный национальный  
исследовательский университет,  
РФ, г. Белгород*

**Миноваров Тимур Ренатович**

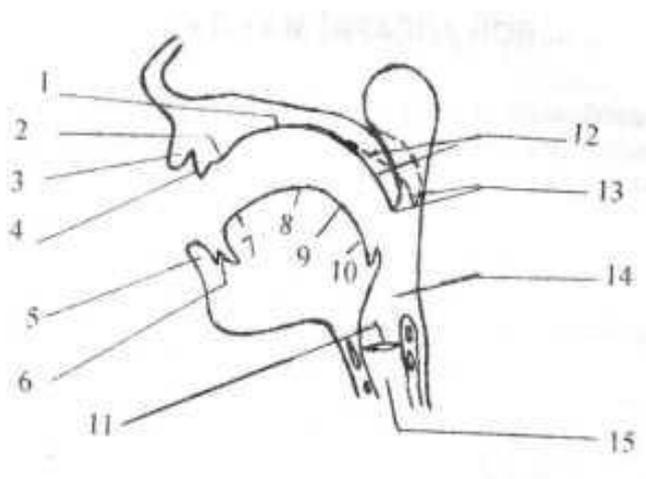
*студент, Белгородский государственный национальный  
исследовательский университет,  
РФ, г. Белгород*

**Прохоренко Екатерина Ивановна**

*научный руководитель, канд. техн. наук, доц., Белгородский государственный  
национальный исследовательский университет,  
РФ, г. Белгород*

Научные исследования в области обработки речи ведутся почти столетие. Тенденции конвергенции технологий в XXI веке дают все большую мотивацию дальнейшему совершенствованию методов и алгоритмов в этой области.

Речь—это средство обмена информацией у людей. Звуки речи генерируются речевым аппаратом – совокупностью органов человека, необходимых для производства речи (рис. 1) [4].



**Рисунок 1. Речевой аппарат. 1 – Твердое небо; 2 – Альвеолы; 3 – Верхняя губа; 4 – Верхние зубы; 5 – Нижняя губа; 6 – Нижние зубы; 7 – Передняя часть языка; 8 – Средняя часть языка; 9 – Задняя часть языка; 10 – Корень языка; 11 – Голосовые связки; 12 – Мягкое небо; 13 – Язычок; 14 – Горлань; 15 – Трахея**

В целом звуки речи подразделяются на шумы и тоны: тоны в речи возникают в результате колебания голосовых связок; шумы образуются в результате непериодических колебаний выходящей из лёгких струи воздуха. Тонами являются обычно гласные; почти же все глухие согласные относятся к шумам. Звонкие согласные образуются путём слияния шумов и тонов. Шумы и тоны исследуются по их высоте, тембру, силе и многим другим характеристикам. Наиболее известной характеристикой речевого сигнала является основной тон. Эта характеристика представляет собой обычную частотную модуляцию сигнала, параметры которой легко измеряются (установлено, что частота основного тона разных людей (мужчин, женщин, детей) находится в диапазоне 50–450Гц.). Классифицируется относительное изменение частоты, и траектория во времени при произнесении слова или фразы [2].

Кроме того, речь также обладает звуковыми свойствами. Классификация звуков может исходить как из акустических, так и артикуляционных признаков. При делении звуков на гласные и согласные и их внутренней классификации чаще всего учитываются те и другие признаки. Гласные – это звуки, при образовании которых в надгортанных полостях не встречается преград на пути воздушной струи: струя выдыхаемого воздуха свободно проходит через речевой канал. При характеристике гласных отмечают обычно и другие особенности: гласные – это тональные звуки. Для них характерно наличие музыкальных тонов (голоса), которые образуются работой голосовых связок. Согласные – это звуки, при образовании которых в надгортанных полостях или в гортани обязательно возникает та или иная преграда на пути воздушной струи (в виде сближенных или даже сомкнутых органов речи). Особенности акустической классификации состоят в том, что она описывает одним и тем же набором терминов гласные и согласные звуки. При этом акустическая классификация строится, как правило, на бинарном принципе, то есть двучленных противопоставлениях. Другими словами, применение бинарного

принципа в акустической классификации при каждом членении дает два класса звуков речи [5].

Для автоматической классификации звуков речи используются классические методы частотного анализа, например преобразование Фурье, что предопределяет использование кратковременного анализа (Short-time-analysis), так как речевой сигнал является квази-стационарным на ограниченных временных промежутках, соответствующим отдельным звукам. Поэтому, при анализе речевого сигнала, он делится на равныевременные отрезки, которые называются кадрами (frame). Правильный выбор длины кадра является определяющим фактором в качестве последующего анализа [3].

В работе приведены некоторые исследования, позволяющие определить подход к выбору длины кадра при анализе речевых сигналов.

Минимальная длина кадра определяется периодом основного тона, то есть самой низкочастотной составляющей сигнала, и составляет примерно 20 мс. Максимальную длину кадра представляется правильным определять исходя из длины квази-стационарных участков речевого сигнала, то есть участков, соответствующих отдельным звукам речи.

Для определения длительности звуков речи были записаны различные фразы, например повествовательное предложение «желаю, чтобы все», при этом намеренно делались паузы между словами и слогами для того, чтобы впоследствии было легче выделить на осциллограмме лексические элементы.

Далее определялась длительность каждого слова и звука (табл. 1, 2).

*Таблица 1.*

**Определение длительности отдельных слов**

Слово	Длительность(мс)
Желаю	700
Чтобы	570
Все	384

Таблица 2.

## Определение длительности отдельных звуков

Звук	Ж	е(1)	л	а	Ю	ч	т
Длительность (мс)	117	94	55	76	350	144	73
Звук	О	б	ы	в	С	е(2)	-
Длительность (мс)	150	57	97	93	95	200	-

Средняя длительность звуков – 123 мс.

Из таблицы 2, видно, что длительность согласных букв «Ж, Л, Ч, Т, Б, В, С» составляет от 55 мс до 144 мс (средняя длительность – 90 мс). Длительность гласных букв «Е, А, О, Ю» – от 76 мс до 350 мс (средняя длительность – 174 мс). Ударные звуки «Ю, О, Е(2)» имеют большую длительность, чем безударные (от 150 мс до 350 мс). Составные звуки «Е и Ю» длиннее простых «О».

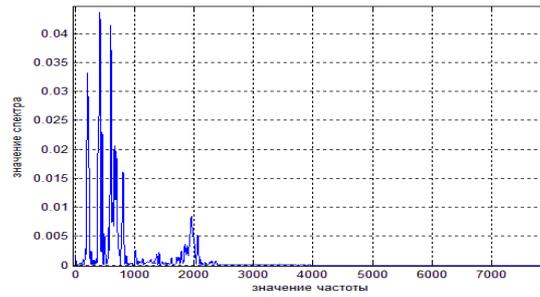
Таким образом, максимальна длина кадра, для анализа звуков речи, может составлять не более 300 мс.

Для оценки соответствия звуков, выбранных автоматически, звукам выделенным «на слух», было проведено сравнение частотных спектров отрезков сигнала.

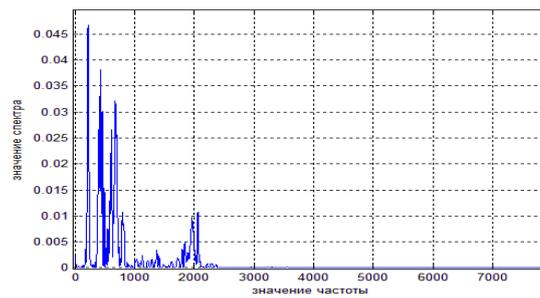
Например, выделялся отрезок речевого сигнала звука «А» и соответствующий ему кадр после автоматического разделения сигнала, при длительности кадров 38 мс, 76 мс и 152 мс. Затем вычислялся коэффициент корреляции по формуле [1]:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \sum_{j=1}^n (Y_j - \bar{Y})^2}}, \quad (1)$$

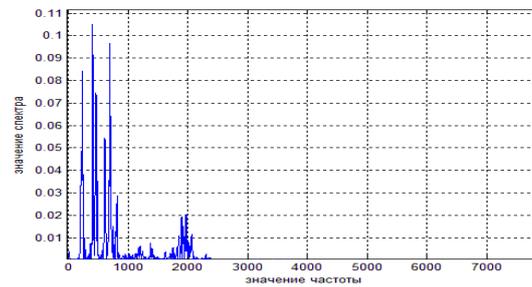
где:  $X$  – спектр сигнала, выбранного «на слух»,  $Y$  – спектр сигнала, выбранного автоматически,  $\bar{X}$ ,  $\bar{Y}$  – средние значения сигналов.



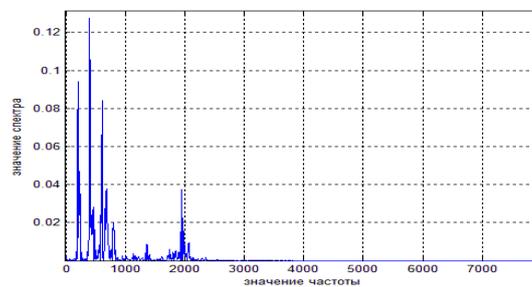
*Рисунок 2. Спектр ручного выборного сигнала, длительность = 38 мс*



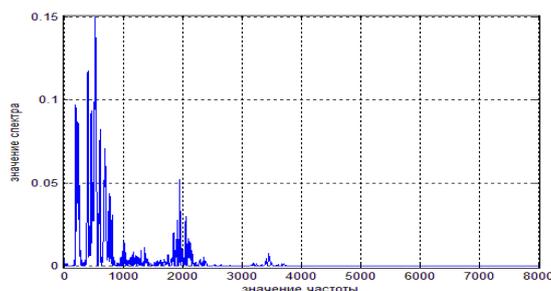
*Рисунок 3. Спектр авто-выборного сигнала, длительность = 38 мс*



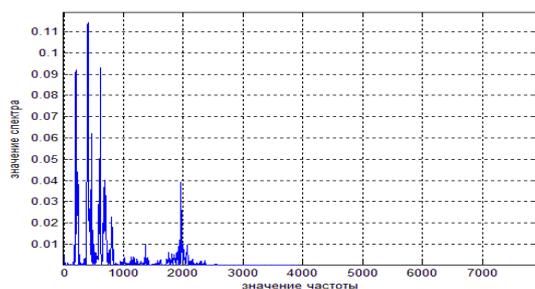
*Рисунок 4. Спектр ручного выборного сигнала, длительность = 76 мс*



*Рисунок 5. Спектр авто-выборного сигнала, длительность = 76 мс*



**Рисунок 6. Спектр ручного выборного сигнала, длительность = 152 мс**



**Рисунок 7. Спектр авто-выборного сигнала, длительность = 152 мс**

Коэффициент корреляции при длительности 38 мс равен 0,9004, при длительности 76 мс – 0,8546, при длительности 152 мс – 0,7208.

Таким образом, чем меньше длительность кадра, тем больше коэффициент корреляции и тем более точен анализ речевых сигналов.

### **Список литературы:**

1. Сергиенко А.Б., Цифровая обработка сигналов. [текст] / – СПб.: Питер, 2002. – 608 с.
2. Панов М.В., Энциклопедический словарь юного филолога (языкознание). [текст] / – М.: Педагогика, 1984. – С. 24–25.
3. Филичева Т.Б., Чевелева Н.А., Основы логопедии: Учеб. пособие для студентов пед. ин-тов по спец. «Педагогика и психология (дошк.)» [текст] / – М.: Просвещение, 1989. – 223 с.
4. Рабинер Л.Р., Шафер Р.В., Цифровая обработка речевых сигналов. Пер. с англ. [текст] / – М.: Радио и связь, 1981. – 496 с.
5. Исаков В.Н., Статистическая теория радиотехнических систем. [текст] / – М.: Радиотехника, 2003. – 400 с.

## **ЗНАЧИМЫЕ ФАКТОРЫ ПРИ ВЫБОРЕ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕД В МАШИНОСТРОЕНИИ**

**Чернат Ирина Сергеевна**

*студент, ФГБОУВО «Вологодский государственный университет», кафедра управления инновациями и организации производства, РФ, г. Вологда*

**Белоусова Виктория Павловна**

*научный руководитель, канд. тех. наук, доц., ФГБОУВО «Вологодский государственный университет», кафедра управления инновациями и организации производства, РФ, г. Вологда*

В статье рассматривается один из актуальных вопросов машиностроения – значимые факторы при выборе СОТС. Проанализировано влияние СОТС на точность и качество обрабатываемой поверхности. Выявлены преимущества и недостатки различных категорий СОЖ.

Широкое применение новых технологий, высокопроизводительного станочного оборудования, автоматических линий, повышение требований к точности обработки заготовок, а также использование новых видов инструмента на основе сверхтвердых материалов – всё это вызывает рост номенклатуры и объемов потребления смазочно-охлаждающих технологических сред (СОТС).

В настоящее время трудно назвать область машиностроения и металлообработки, где бы не использовались СОТС.

Что же собой представляют СОТС и какую роль они выполняют? В самом термине «смазочно-охлаждающие технологические среды» уже содержится объяснение о предназначении этих материалов – смазывать и охлаждать. Выделяют 4 вида СОТС, это: газообразные; жидкие (СОЖ); твердые; пластичные. Наиболее широкое распространение получили жидкие СОТС, называемые смазочно-охлаждающими жидкостями, они в свою очередь подразделяются на масляные, водосмешиваемые (водные), быстрорастворяющиеся и расплавы некоторых металлов.

Сейчас промышленностью производится более 300 наименований смазочно-охлаждающих технологических сред для обработки металлов резанием. Многие продукты дублируют друг друга, значительная часть из них устарела, однако на производство расходуется большие объемы нефтепродуктов и других видов дефицитного сырья, используется дорогостоящее оборудование и квалифицированные трудовые ресурсы, что делает покупку и эксплуатацию СОТС недешевым процессом.

В связи с программой замещения импортных брендов на российском рынке СОТС активизировались производители отечественного контрафакта. Некоторые используют суррогатные заменители биоцидных присадок для того, чтобы их продукция не подвергалась быстрому гниению и расслоению, но в тоже время продолжала быть недорогостоящей. С этой целью в рабочую эмульсию добавляются нитрид натрия и формальдегид, являющиеся ядами 1 и 2 класса опасности для живых организмов.

Вследствие вышеуказанного возникает проблема выявления значимых факторов при выборе смазочно-охлаждающих технологических сред.

Известно, что целью металлообработки является получение деталей с заданной точностью и качеством поверхности. Смазочно-охлаждающие технологические среды способствует этому вследствие:

- увеличения стойкости инструмента;
- интенсификации режимов обработки;
- улучшения качества поверхности;
- снижения интенсивности силовых и тепловых нагрузок на инструмент и обрабатываемую деталь;
- сокращения потребляемой мощности;
- облегчения удаления стружки и продуктов износа инструмента.

Анализ отечественного и зарубежного опыта показывает, что в результате использования качественных смазочно-охлаждающих технологических сред достигается значительное увеличение стойкости инструментов (до 5 и более раз), повышение точности обрабатываемых поверхностей, снижение их

шероховатости, – всё это даёт возможность увеличения производительности труда при обработке металлов резанием в 1,5–2 раза, а при обработке металлов давлением и некоторых, особенно финишных, операциях обработки резанием и значительно больше [1; 3].

С целью обеспечения конкурентных преимуществ продукции, создаваемой в производственно-технологических системах, связанных с механической обработкой резанием материалов является снижение операционных затрат, анализ структуры которых показывает, что основная доля (более 50%) приходится на материальные затраты [2].

Доказано, что большая часть предприятий серийного и мелкосерийного производства в целях экономии идет по пути снижения затрат на приобретении вспомогательных материалов, среди которых и СОЖ.

В результате проведенного информационного анализа были выявлены преимущества и недостатки одних из самых распространенных СОЖ.

В таблице 1 приведено сравнение двух различных по ценовому фактору СОЖ: водорастворимой эмульсионной СОЖ (ЭГТ, ЭТМ, Эмолон и др.) и полусинтетической СОЖ (Акватек Плюс, Велс-1М, Дипрол и др.).

**Таблица 1.**

**Сравнение двух различных по ценовому фактору СОЖ**

	<b>Водорастворимые эмульсионные СОЖ (Эмульсол)</b>	<b>Полусинтетические СОЖ</b>
Краткое описание	Входят в категорию самых «дешевых» смазочно-охлаждающих жидкостей. Это, как правило, СОЖ с высоким содержанием базовых нефтяных масел (40–80%). Часто в составе встречаются опасные и токсичные компоненты.	Как альтернатива дорогостоящим импортным брэндам по программе импортозамещения. Содержат в своем составе патентовую присадку для биологической устойчивости. Имеют низкий класс экологической опасности. НЕ содержат токсичные компоненты: хлор, фториды, полиэтилены, нитриды.
Воздействие на оборудование и инструмент	При постоянном использовании сильно загрязняются обильными маслянистыми отложениями и залипают подвижные части и винтовые соединения; в свою очередь фильтры и патрубки станков постоянно забиваются илистыми отложениями. Нередки и	Эффективное охлаждение и смазывание зоны обработки, высокие моющие свойства, защита от коррозии материала детали, инструмента и оборудования.

	«необъяснимые» случаи коррозии шпинделей и суппортов.	
Как ведут себя при эксплуатации	Низкая стабильность и цельность. Быстро гниют и расслаиваются, т.к. не содержат в себе специальных присадок – биоцидов и ингибиторов – для защиты от микробов и от коррозии. Не содержат моющих и антипенных присадок – очищающих станок от мастичных налипов, стружки, предотвращающих вспенивание и защищающих от разрушающего проникновения смазочных индустриальных масел.	Универсальный продукт, хорошо работающий в широком диапазоне технологических операций. Низкое пенообразование. Имеют достаточную стойкость, что обеспечивает длительный срок эксплуатации. Легко утилизируется без специальной обработки и оборудования.
Средний «Срок жизни»	2–3 недели	6–8 месяцев
Ценовой диапазон (руб. за бочку)	8000–15000, на основе «отработанного» масла – 6000	16000–30000

Учитывая средний «Срок жизни» и ценовой диапазон двух сравниваемых СОЖ, мы можем рассчитать затраты в одинаковый период. Тогда будет видно, что затраты на первый продукт значительно превышают затраты на второй, а именно в 3 и более раз. Из всего вышеуказанного следует отметить, что эмульсолы справляются с металлообработкой – в ущерб качеству. В итоге приходится часто заменять их или добавлять дорогостоящие биоциды, что повышает цену эксплуатации дешевых СОЖ. В производственных цехах постоянно присутствует неприятный запах из-за выделения гнилостных газов – аммиака, сероводорода, метана. Возникают дополнительные расходы на очистку. Из всего этого вытекает существенное различие в «цене закупки» и «цене эксплуатации» СОТС, где последнее часто не берется в расчет.

Следует помнить, что использование в производстве самых недорогих, токсичных и низкокачественных эмульсолов наносит ущерб здоровью работников (аллергия, химические ожоги, кожные дерматиты), приводит в негодность металлообрабатывающее оборудование и инструмент (коррозия, мыльные залипы, мастичные наслоения, засаливание, хроническая несмываемость стружки и т.д.), вследствие чего качество обработки металла становится очень низким [4].

Во избежание вышеуказанного следует тщательнее подходить к выбору поставщика и выбору продукта, учитывая технологические, экологические и экономические факторы.

### **Список литературы:**

1. Абусев Г. Повышение экономической эффективности предприятия за счёт применения инновационных СОЖ // Индустрия. Межотраслевой информационно-технический журнал. Издатель/Учредитель: ООО «Институт Промышленной Информации». Рег. свид-во ПИ №2-4901.
2. Белоусова В.П. Экономико-технологические предпосылки организации производства изделий из порошковых материалов в условиях неспециализированных машиностроительных предприятий / В.П. Белоусова, А.Л. Белоусов // Региональная экономика: теория и практика. – 2008. – №15. – С. 67–70.
3. Вереина Л.И. Справочник станочника / Л.И. Вереина, М.М. Краснов. – М.: Академия, 2006. – 560 с.
4. Хамидуллова Л.Р. Воздействие СОЖ предприятий машиностроения как проблема техносферной безопасности / Л.Р. Хамидуллова, А.В. Васильев, // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, Т.4 – С. 290–295.

## КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЯГОВОГО ПРИВОДА РУДНИЧНОГО ЭЛЕКТРОВОЗА В СРЕДЕ MATHCAD

*Шкарубо Дмитрий Игоревич*

*магистрант, Южно-Российского государственного политехнического  
университета (НПИ) им. М.И. Платова,  
РФ, г Шахты*

Моделирование электропривода требует анализа всех предусмотренных режимов работы и глубокого рассмотрения одного из перспективных вариантов повышения технического уровня рудничных электровозов при разработке новых моделей, а также при модернизации находящихся в эксплуатации.

При создании компьютерной модели использована модель универсального моста из библиотеки Power System Blockset [2], а также разработанная ранее модель электродвигателя постоянного тока в среде MatLab Simulink [1], учитывающая: индуктивности и активные сопротивления якоря и обмотки возбуждения, нелинейность кривой намагничивания, индуктивность от потоков рассеяния обмотки возбуждения, реакцию якоря и вихревые токи. Модель оформлена в виде подсистемы с выводами обмоток якоря и возбуждения для подключения к внешним электрическим цепям, а также входом для сигнала, моделирующего момент сопротивления на валу электродвигателя. Выходными переменными модели являются угловая скорость, токи цепей якоря и возбуждения и электромагнитный вращающий момент в относительных единицах. За базовые величины приняты номинальные значения угловой скорости  $\Omega_H$ , тока якоря  $I_H$  и момента  $M_H$ . За базовую величину для электрического сопротивления  $R_B$  принят 1 Ом, а для напряжения –  $U_B = I_H \cdot R_B$ .

При формировании математической модели механической части тягового привода использованы приведенные ниже уравнения и зависимости.

Уравнение поступательного движения поезда

$$\frac{dV}{dt} = \frac{1}{m} \cdot [F_1 + F_2 - W], \quad (1)$$

где:  $V$  – скорость движения, м/с;

$m$  – приведенная масса поезда, кг;

$F_1, F_2$  – тяговые усилия на ободе ведущих колёсных пар, Н;

$W$  – сопротивление движению поезда, Н.

Приведенная масса поезда

$$m = (1 + \gamma) \cdot (P + Q) = P \cdot (1 + \gamma) \cdot (1 + K), \quad (2)$$

где:  $\gamma$  – коэффициент, учитывающий приведенную массу колёсных пар электровоза и вагонеток;

$P$  – масса электровоза, кг;

$Q$  – масса прицепной части поезда, кг;

$K=Q/P$  – коэффициент весовой нормы поезда.

Тяговые усилия на ободе колёс ведущих колёсных пар

$$F_1 = 0.5 \cdot 10^{-3} \cdot g \cdot P \cdot f_1(v_1), \text{ Н}, \quad (3)$$

$$F_2 = 0.5 \cdot 10^{-3} \cdot g \cdot P \cdot f_2(v_2), \text{ Н}, \quad (4)$$

где:  $g=9,81$  – ускорение свободного падения,  $\text{м/с}^2$ ;

$f_1(v_1), f_2(v_2)$  – зависимости удельных касательных тяговых усилий колёсных пар,  $\text{Н/кН}$ , от скоростей проскальзывания,  $\text{м/с}$ :

$$v_1 = V_1 - V, \quad v_2 = V_2 - V, \quad (5)$$

где:  $V_1, V_2$  – линейные скорости на ободе колёс ведущих колёсных пар,  $\text{м/с}$ .

Линейные скорости  $V_1, V_2$  связаны с окружными скоростями валов тяговых двигателей  $\Omega_1, \Omega_2, \text{с}^{-1}$ , через радиусы приведения

$$\rho_1 = D_1 / 2 \cdot i, \quad \rho_2 = D_2 / 2 \cdot i,$$

где:  $D_1, D_2$  – диаметры ведущих колёс по кругу катания, м;

$i$  – передаточное отношение редукторов.

Сопротивление движению поезда

$$W = 10^{-3} \cdot g \cdot P \cdot (1 + K)(w_0 + w_i), \text{ Н}, \quad (6)$$

где:  $w_0$  – удельное основное сопротивление движению,  $\text{Н/кН}$ ;

$w_i$  – удельное сопротивление от продольного уклона  $i$  рельсового пути,  $\text{Н/кН}$ .

С учётом соотношений (2–6) уравнение движения поезда (1) принимает следующий вид:

$$\frac{dV}{dt} = \frac{1}{\sigma} \cdot \left( \frac{f_1(v_1) + f_2(v_2)}{2 \cdot (1+K)} - w_0 - w_i \right), \quad (7)$$

где:  $\sigma = \frac{10^3 \cdot (1 + \gamma)}{g}$  – удельная приведенная масса поезда,  $\text{м}^{-1} \cdot \text{с}^2$ .

Уравнения движения колёсных пар электровоза, приведенные к валам тяговых электродвигателей

$$\frac{d\Omega_1}{dt} = \frac{1}{J_1} \cdot (M_1 - M_{C1}), \quad (8)$$

$$\frac{d\Omega_2}{dt} = \frac{1}{J_2} \cdot (M_2 - M_{C2}), \quad (9)$$

где:  $J_1, J_2$  – приведенные к валам тяговых двигателей моменты инерции вращающихся масс;

$M_1, M_2$  – вращающие моменты электродвигателей, Н·м;

$M_{C1}, M_{C2}$  – приведенные к валам тяговых двигателей моменты сопротивления, Н·м.

$$M_{C1} = F_1 \cdot \rho_1 = 0.5 \cdot 10^{-3} \cdot g \cdot P \cdot \rho_1 \cdot f_1(v_1), \quad (10)$$

$$M_{C2} = F_2 \cdot \rho_2 = 0.5 \cdot 10^{-3} \cdot g \cdot P \cdot \rho_2 \cdot f_2(v_2). \quad (11)$$

Запишем уравнения (8), (9) в относительных единицах, приняв за базовые значения номинальную угловую скорость электродвигателя  $\Omega_H$  и номинальный электромагнитный вращающий момент  $M_H$ .

$$T_1 \cdot \frac{d\Omega_{1*}}{dt} = M_{1*} - M_{C1*}, \quad (12)$$

$$T_2 \cdot \frac{d\Omega_{2*}}{dt} = M_{2*} - M_{C2*}, \quad (13)$$

где:  $T_1, T_2$  – постоянные времени, с:

$$T_1 = J_1 \cdot \Omega_H / M_H, \quad T_2 = J_2 \cdot \Omega_H / M_H.$$

При этом

$$V_1 = \rho_1 \cdot \Omega_H \cdot \Omega_{1*}, \quad V_2 = \rho_2 \cdot \Omega_H \cdot \Omega_{2*}. \quad (14)$$

Результаты моделирования в дальнейшем помогут убедиться в том, что модель тягового электропривода обеспечивает реализацию всех предусмотренных режимов работы и может рассматриваться в качестве одного

из перспективных вариантов повышения технического уровня рудничных электровозов при разработке новых моделей, а также при модернизации находящихся в эксплуатации.

### **Список литературы:**

1. Сташинов Ю.П. Реализация модели электродвигателя постоянного тока в приложении SIMULINK математического пакета MATLAB / Моделирование. Теория, методы и средства: материалы VIII Междунар. науч.-практ. конф., г. Новочеркасск, 7 апр. 2008 г.: В 2 ч. / Юж.-Рос. гос. техн. ун-т (НПИ). – Новочеркасск: Лик, 2008. – Ч. I. – С. 26–30.
2. SIMULINK: среда создания инженерных приложений / под общ. ред. к.т.н. В.Г. Потемкина. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2003. – 496 с.

## КОДИРОВАНИЕ ТЕКСТА КОДОМ МОРЗЕ В СКА MAPLE

*Якшина Кристина Сергеевна*

*студент ставропольского государственного педагогического института,  
РФ, г. Ставрополь*

*Оленев Александр Анатольевич*

*научный руководитель, доц. кафедры математики и информатики,  
Ставропольского государственного педагогического института,  
РФ, г. Ставрополь*

Информация – это сведения, которые можно собирать, хранить, передавать, обрабатывать, использовать, в том числе и в электронном виде [5].

Информацию можно кодировать различными способами. Специальные системы записи созданы для записи шахматных партий и химических формул. Дорожные знаки содержат в себе закодированную информацию для водителей автомобилей. О существовании кодировок символов в наше время знают многие компьютерные пользователи. Информацию о местности кодирует географическая карта. В связи с развитием техники связи, особенно мобильной связи, возникла необходимость кодирования речевой информации. Кроме этого были также разработаны специальные коды, к которым относятся: флажковая азбука, азбука Морзе, азбука Брайля и таких примеров можно привести довольно много [6].

Процесс преобразования сигнала из формы, удобной для непосредственного использования информации, в форму, удобную для передачи, хранения или автоматической переработки, называется кодированием информации [3].

Рассмотрим один из наиболее распространённых специальных кодов – «Азбуку Морзе», которую более века использовали военные и гражданские специалисты в области связи.

Код Морзе – способ знакового кодирования, представление букв алфавита, цифр, знаков препинания и других символов при помощи последовательностью длинных и коротких сигналов. Эти сигналы обозначаются «тире» и «точками» соответственно. Длительность одной точки берется за единицу времени, при

этом длительность одного тире равна по длительности трём точкам. Пауза между элементами одного знака равна одной точке, между знаками в слове — три точки, между словами — семь точек. Изобрел ее американский изобретатель и художник Сэмюэль Морзе в 1838 году [4].

Первоначально азбукой Морзе передавали только цифры, которые затем переводили в слова, что занимало очень много времени. Но такой код не мог разобрать обычный обыватель. По этой причине современную азбуку усовершенствовали, добавив буквы и знаки препинания. Это сделал немец Фридрих Герке. Окончательную доработку кода Морзе произвели в 1939 году.

В наши дни, код Морзе чаще всего применяют в военных структурах. Ее использовали моряки и спасатели до конца XX века, и до сих пор используют многие радиолюбители.

Азбука Морзе может помочь в критических ситуациях, когда из строя выйдет более сложное оборудование. Это обусловлено возможностью принимать сигнал на достаточно большом расстоянии, несмотря на возможные при передаче сильные радиопомехи, закодировать необходимую информацию можно вручную, а запись и воспроизведение возможна при помощи простейших устройств [1].

Хорошо квалифицированный радист может в среднем передать от шестидесяти до ста знаков в минуту. Сложность при использовании кода Морзе состоит в том, что для ее использования достаточно сложно запомнить комбинацию точек и тире для каждой буквы.

**Цель данной работы** – разработка автоматизированной системы для кодирования русского текста.

**Объектом исследования** выступает кодирование текста. За основу создания данной программы кодирования взят код Морзе.

В ходе работы ставились следующие **задачи**:

1. Ознакомится с научной литературой касающейся темы "Кодирование".
2. Разработать автоматизированную систему, которая позволит закодировать текст кодом Морзе.

**Методологической основой** исследования является литература о методах кодирования информации, а также использовании этих методов на практике.

Для того, чтобы решить поставленные перед нами задачи был использован эмпирический метод исследования. Была проанализирована литература, в которой затрагивались вопросы, касающиеся темы исследования, в ходе работы была проведена систематизация полученной информации, а также разработано ПО.

**Исследовательская база:** Ставропольский государственный педагогический институт.

**Теоретическая значимость исследования** заключается в анализе изученного материала о кодировании.

**Практическая значимость исследования** обусловлена тем, что проделанная работа позволила наглядно представить процесс кодирования информации кодом СКА Морзе, использование которого необходимо в дальнейших исследованиях.

**Описание разработки.** Для написания программы была выбрана система компьютерной алгебры Maple 2014.

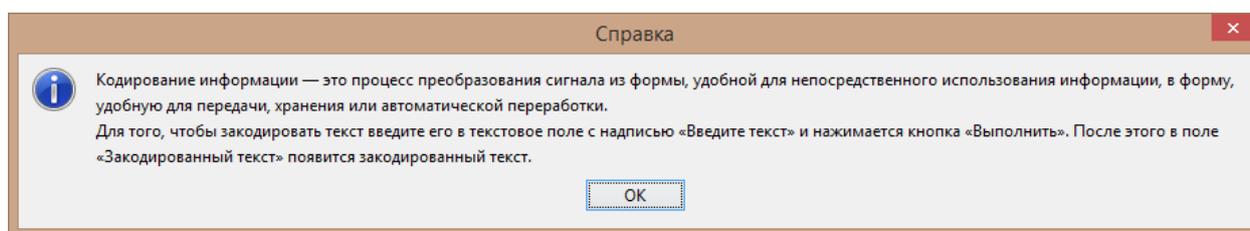
**Применение программы:** ее назначение и условие. Разработанная в Maple программа предназначена для кодирования текста на русском языке в код Морзе, который представлен в виде двоичного кода.

**Входными данными** выступает информация, вводимая в текстовые поля.

В свою очередь **выходными данными** является закодированный текст.

Окно Maplelets содержит два текстовых поля и четыре кнопки, управляющие действиями пользователя (рис. 1).





**Рисунок 3. Справка**

Выход из программы осуществляется при помощи кнопки «Закреть» [2].

**Заключение:** в результате разработки программы были достигнуты поставленные цели, а именно изучен материал по представлению исходного текста кодом Морзе и разработана программа для данного вида кодирования в СКА Maple 14.

#### **Список литературы:**

1. Адаменко М.В. Основы классической криптологии: секреты шифров и кодов, 2012. – 88с.
2. Кирсанов М.Н. Maple и MapleT. Решение задач механики: Учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2012. – 512 с.
3. Красильников В.В., Тоискин В.С Теоретические основы информатики: Учебное пособие. – Ставрополь: Изд-во СГПИ, 2014. – 140 с.
4. Оленев А.А., Сагдеев К.М. Абстрактная и компьютерная алгебра. Часть 1. Абстрактная алгебра в Maple. – учеб.-метод, пособие : Ставрополь, ООО «Бюро новостей», 2014. – 112 с.
5. Красильников В.В., Оленев А.А., Тоискин В.С., Тынчеров К.Т. Простейшие криптографические преобразования в среде MAPLE. – Актуальные вопросы инженерного образования-2016: сборник научных трудов Международной научно-методической конференции. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – С. 291–298.
6. Тоискин В.С., Тынчеров К.Т. Использование системы компьютерной алгебры MAPLE при изучении дискретной математики. – Актуальные вопросы инженерного образования-2016: сборник научных трудов Международной научно-методической конференции. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – С. 310–320.

## СЕКЦИЯ 2.

### ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

#### БЫСТРЫЕ АЛГОРИТМЫ ДИСКРЕТНОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ФУРЬЕ

*Андросова Татьяна Евгеньевна*

*студент 4 курса, кафедра геоинформатики и информационной безопасности,  
Самарский университет,  
РФ, г. Самара*

*Курочкин Владислав Михайлович*

*студент 4 курса, кафедра геоинформатики и информационной безопасности,  
Самарский университет,  
РФ, г. Самара*

*Болдырев Артем Сергеевич*

*студент 4 курса, кафедра геоинформатики и информационной безопасности,  
Самарский университет,  
РФ, г. Самара*

*Чернов Роман Вячеславович*

*студент 4 курса, кафедра геоинформатики и информационной безопасности,  
Самарский университет,  
РФ, г. Самара*

В работе рассматриваются быстрые алгоритмы дискретного преобразования Фурье. Данные алгоритмы позволяют снизить вычислительную сложность обычного дискретного преобразования Фурье.

#### **Введение**

Пусть  $\mathbf{v} = \{v_i, i = 0, \dots, n-1\}$  обозначает вектор с вещественными или комплексными компонентами.

Определение. Преобразованием Фурье вектора  $\mathbf{v}$  называется вектор  $\mathbf{V}$  длины  $n$  с комплексными компонентами, задаваемыми равенствами

$$V_k = \sum_{i=0}^{n-1} \omega^{ik} v_i, k = 0, \dots, n-1,$$

где:  $\omega = e^{-\frac{j2\pi}{n}}$ .

Преобразование Фурье, записанное в таком виде требует  $n^2$  сложений и  $n^2$  умножений. Для уменьшения количества арифметических операций рассмотрим быстрые алгоритмы преобразования Фурье.

### Алгоритм Кули-Тьюки в общем виде

Для построения алгоритма предполагается, что  $n = n_1 n_2$ . В выражении для преобразования Фурье произведем следующую замену записи индексов:

$$\begin{aligned} i &= i_1 + n_1 i_2 & i_1 &= 0, \dots, n_1 - 1 & i_2 &= 0, \dots, n_2 - 1 \\ k &= n_2 k_1 + k_2 & k_1 &= 0, \dots, n_1 - 1 & k_2 &= 0, \dots, n_2 - 1 \end{aligned}$$

Подставим новые обозначения в исходную формулу преобразования:

$$V_{n_2 k_1 + k_2} = \sum_{i_2=0}^{n_2-1} \sum_{i_1=0}^{n_1-1} \omega^{(i_1 + n_1 i_2)(n_2 k_1 + k_2)} v_{i_1 + n_1 i_2}$$

Определим двумерные переменные для удобства записи формул:

$$v_{i_1, i_2} = v_{i_1 + n_1 i_2}, \quad V_{k_1, k_2} = V_{n_2 k_1 + k_2}.$$

Раскроем скобки в показателе степени и положим  $\omega^{n_1} = \gamma$  и  $\omega^{n_2} = \beta$ .

Также примем во внимание, что  $\omega^{n_1 n_2 i_2 k_1} = \omega^{n i_2 k_1} = 1$ .

В терминах двумерных переменных формула преобразуется к виду

$$V_{k_1, k_2} = \sum_{i_1=0}^{n_1-1} \beta^{i_1 k_1} \left[ \omega^{i_1 k_2} \sum_{i_2=0}^{n_2-1} \gamma^{i_2 k_2} v_{i_1, i_2} \right]$$

Дискретное преобразование Фурье по алгоритму Кули-Тьюки требует не более  $n^*(n_1 + n_2 + 1)$  комплексных умножений и  $n^*(n_1 + n_2 - 2)$  комплексных сложений. В общем случае количество умножений и сложений можно записать следующим образом:

$$M_C(n) = n_1 M_C(n_2) + n_2 M_C(n_1) + n$$

$$A_C(n) = n_1 A_C(n_2) + n_2 A_C(n_1)$$

Так, например, для  $n = 1000$  (учитывая, что  $M_C(2) = 0$ ,  $M_C(5) = 10$ ):

$$M_C(1000) = 2M_C(500) + 500M_C(2) + 1000 = 2M_C(500) + 1000 = 11000$$

Таким образом, алгоритм Кули-Тьюки дает выигрыш по количеству умножений в  $1000000/11000 \approx 91$  раз.

Визуально алгоритм выглядит следующим образом: значения вектора  $\mathbf{v}$  заносятся по порядку в таблицу  $n_1$  на  $n_2$  слева направо, сверху вниз. Вычисления состоят из  $n_2$ -точечного ДПФ каждого столбца, поэлементного умножения всех элементов таблицы соответственно на  $\omega^{i_1 k_2}$  и  $n_1$ -точечного ДПФ для каждой строки.

### Алгоритм Кули-Тьюки в случае, когда $\mathbf{n} = 2^m$

Если  $n_1 = 2$ , а  $n_2 = 2^{m-1}$ , то алгоритм называют алгоритмом Кули-Тьюки по основанию два с прореживанием по времени. Используя тот факт, что  $\beta = \omega^{n/2} = -1$ , уравнения, задающие БПФ, можно записать в следующем виде:

$$V_k = \sum_{i=0}^{\frac{n}{2}-1} \omega^{2ik} v_{2i} + \omega^k \sum_{i=0}^{\frac{n}{2}-1} \omega^{2ik} v_{2i+1}$$

$$V_{k+\frac{n}{2}} = \sum_{i=0}^{\frac{n}{2}-1} \omega^{2ik} v_{2i} - \omega^k \sum_{i=0}^{\frac{n}{2}-1} \omega^{2ik} v_{2i+1}$$

$$k = 0, \dots, n/2 - 1$$

Если  $n_1 = 2^{m-1}$ , а  $n_2 = 2$ , то алгоритм называют алгоритмом Кули-Тьюки по основанию два с прореживанием по частоте. Уравнения БПФ в этом случае преобразуются к виду:

$$V_{2k_1} = \sum_{i_1=0}^{\frac{n}{2}-1} (v_{i_1} + v_{i_1+\frac{n}{2}}) \omega^{2i_1 k_1}$$

$$V_{2k_1+1} = \sum_{i_1=0}^{\frac{n}{2}-1} (v_{i_1} - v_{i_1+\frac{n}{2}}) \omega^{2i_1 k_1} \omega^{i_1}$$

Число  $M_C(n)$  комплексных умножений  $n$ -точечного БПФ удовлетворяет уравнению  $M_C(n) = 2M_C(n/2) + n/2$ , а число  $A_C(n)$  комплексных сложений удовлетворяет уравнению  $A_C(n) = 2A_C(n/2) + n$ . Решения этих уравнений даются равенствами

$$M_C(n) = (n/2) \log_2 n,$$

$$A_C(n) = n \log_2 n$$

## Алгоритм Гуда-Томаса

Для применения алгоритма Гуда-Томаса числа  $n_1$  и  $n_2$  должны быть взаимно простыми. В двумерную таблицу входные данные выписываются, начиная с верхнего левого угла, вдоль расширенной диагонали. Входные индексы задаются по правилу

$$i_1 = i \pmod{n_1}, \quad i_2 = i \pmod{n_2}$$

Это правило представляет собой отображение индекса  $i$  на расширенную диагональ двумерной таблицы, элементы которой занумерованы парами индексов  $(i_1, i_2)$ . Из теории чисел известно, что для чисел  $n_1$  и  $n_2$  существуют такие целые числа  $N_1$  и  $N_2$ , что  $N_1 n_1 + N_2 n_2 = \text{НОД}(n_1, n_2)$ . Если  $n_1$  и  $n_2$  взаимно просты, то, согласно китайской теореме об остатках

$$i = i_1 N_2 n_2 + i_2 N_1 n_1 \pmod{n}.$$

Пусть  $k_1 = N_2 k \pmod{n_1}$ ,  $k_2 = N_1 k \pmod{n_2}$ . Тогда выходные индексы вычисляются по правилу

$$k = n_2 k_1 + n_1 k_2 \pmod{n}.$$

В этих новых индексных обозначениях формула преобразуется к виду

$$V_{n_2 k_1 + n_1 k_2} = \sum_{i_2=0}^{n_2-1} \sum_{i_1=0}^{n_1-1} \omega^{(i_1 N_2 n_2 + i_2 N_1 n_1)(n_2 k_1 + n_1 k_2)} v_{i_1 N_2 n_2 + i_2 N_1 n_1}$$

Раскроем скобки в показателе степени

$$V_{k_1, k_2} = \sum_{i_1=0}^{n_1-1} \sum_{i_2=0}^{n_2-1} \omega^{N_2 (n_2)^2 i_1 k_1} \omega^{N_1 (n_1)^2 i_2 k_2} v_{i_1, i_2} = \sum_{i_1=0}^{n_1-1} \sum_{i_2=0}^{n_2-1} \beta^{i_1 k_1} \gamma^{i_2 k_2} v_{i_1, i_2},$$

где:  $\beta = \omega^{N_2 (n_2)^2} = e^{-j2\pi/n_1}$ ,  $\gamma = \omega^{N_1 (n_1)^2} = e^{-j2\pi/n_2}$ .

Если длина  $n$  преобразования раскладывается в произведение простых множителей  $n_l$ , то описанная форма БПФ-алгоритма требует примерно  $n \sum n_l$  умножений и столько же сложений. Например, для  $n = 1000 = 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 5 \cdot 5 \cdot 5$  число умножений  $MC(1000) = 1000 \cdot (2+2+2+5+5+5) = 21000$ , что дает выигрыш по количеству операций умножения в  $1000000/21000 \approx 48$  раз.

## **Заключение**

В работе были рассмотрены два наиболее известных алгоритма дискретного преобразования Фурье, а также рассчитаны выигрыши по количеству умножений данных алгоритмов по сравнению с обычным алгоритмом преобразования Фурье.

## **Список литературы:**

1. Блейхут Р. Быстрые алгоритмы цифровой обработки сигналов: Пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 448 с.
2. Оппенгейм А., Шафер Р. Цифровая обработка сигналов: – М.: Техносфера, 2006. – 856 с.

# **ПРИМЕНЕНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ В КИНЕТИЧЕСКОЙ ХИМИИ НА ПРИМЕРЕ СЛОЖНОГО ЭФИРА ЭТИЛЕНГЛИКОЛЯ И УКСУСНОЙ КИСЛОТЫ**

***Антонова Марина Сергеевна***

*студент, 2 курс, Оренбургский государственный университет,  
РФ, г. Оренбург*

***Алысбаева Гульжазира Жанибековна***

*студент, 2 курс, Оренбургский государственный университет,  
РФ, г. Оренбург*

***Кулиш Наталья Викторовна***

*научный руководитель, старший преподаватель кафедры прикладной  
математики, Оренбургский государственный университет,  
РФ, г. Оренбург*

Математика является абстрактным научным инструментом, без которого не может обойтись ни одна научная область. Химия не является исключением. Применение математики в химии очень широко: решение задач методами математики, применение графов, симметрии для объяснения свойств веществ. В данной статье рассматривается применение дифференциальных уравнений в кинетической химии на примере сложного эфира этиленгликоля и уксусной кислоты.

Химия – наука, известная еще с древних времен. Она зародилась из создания первых лекарств, экспериментов с огнем, шкурами. Постепенно неизвестная человеку наука, которую часто сравнивали с магией, развивалась, потому что накапливалось все больше новых знаний в этой области.

В этой естественной науке было сделано множество важных открытий, которые перевернули все представления человека об окружающем мире. В числе таких открытий закон о строении вещества, периодическая зависимость элементов, газовые законы и многие другие.

Химия – это одна из важнейших наук, изучающих природу. Она рассматривает материю, которая нас окружает, а также процессы, протекающие в ней, то есть строение веществ и их превращения.

Для описания всех процессов, происходящих в химии, необходимы знания других областей науки. Это может быть физика, биология, математика и многие другие.

Математика – наука о структурах, порядке и отношениях, исторически сложившаяся на основе операций подсчёта, измерения и описания формы объектов. Математика не относится к естественным наукам, но широко используется в них как для точной формулировки их содержания, так и для получения новых результатов.

Именно на стыке двух наук обычно происходят самые яркие и значимые открытия.

Математика в химии необходима для проведения анализа полученных результатов, выполнений различных вычислений и подсчета вероятного исхода эксперимента. Кроме того, есть целые разделы химии, в которых математика является фундаментом. Именно такой раздел приводится как пример в статье – кинетическая химия.

Химия изучает свойства веществ и их зависимость от внешних условий – давления, температуры. Именно здесь очень часто вводятся переменные, чаще всего их несколько. Поэтому смело можно сказать, что химикам приходится иметь дело с функциями нескольких переменных. Как можно изучить функцию? Ответ прост: для этого необходимо исследовать ее производную.

**Целью** данной статьи является рассмотрение роли математики в химии на примере связи между дифференциальным уравнением  $y' = \frac{y}{x} - 1$  и сложным эфиром этиленгликоля и уксусной кислоты.

Дифференциальные уравнения в химии применяются в кинетике. Кинетическая химия, или кинетика, – это раздел физической химии, изучающая закономерности протекания химической реакции во времени и ее механизм.

Что такое скорость химической реакции? Скорость – это изменение концентрации реагирующих веществ за единицу времени. Другими словами, она определяется как производная концентрации веществ по времени.



$$v_1 + v_2 = kC_A(t)C_B(t) + kC_{AB}(t)C_B(t) = -C_B'(t) \quad (11)$$

$$v_1 - v_2 = kC_A(t)C_B(t) - kC_{AB}(t)C_B(t) = C_{AB}'(t) \quad (12)$$

$$v_2 = kC_{AB}(t)C_B(t) = C_{AB_2}'(t) \quad (13)$$

Концентрации веществ, реагирующих между собой, и продуктов реакции примем с учетом их стехиометрических коэффициентов. В начале реакции у нас были только исходные вещества, а продукты полностью отсутствовали, поэтому получим следующее:

$$C_A = 1; C_B = 2; C_{AB} = 0; C_{AB_2} = 0. \quad (14)$$

Разделим уравнение (12) на (10), продифференцируем, тем самым избавимся от времени  $t$ .

$$\frac{C'_{AB}(t)}{-C'_A(t)} = \frac{k \cdot C_A(t) \cdot C_B(t) - k \cdot C_{AB}(t) \cdot C_B(t)}{-k \cdot C_A(t) \cdot C_B(t)} = \frac{C_{AB}}{C_A} - 1 \quad (15)$$

Полученное уравнение имеет вид:

$$C_{AB}'(C_A) = \frac{C_{AB}}{C_A} - 1 \quad (16)$$

Сделаем замену. Для этого примем, что  $C_{AB} = y$ ,  $C_A = x$ . Запишем наше выражение с учетом замены.

$$y' = \frac{y}{x} - 1 \quad (17)$$

Таким образом, мы установили наличие связи между дифференциальным уравнением вида  $y' = \frac{y}{x} - 1$  и сложным эфиром этиленгликоля и уксусной кислоты.

**Вывод.** Ни одну науку невозможно представить без математики, и химия не является исключением. Именно математика помогает понять и описать многие процессы, протекающие в природе. Фундаментом химической кинетики является именно математика, так как дифференциальные уравнения лежат в основе определения скоростей химических реакций.

### Список литературы:

1. Колинко П.А., Козлов Д.В. Химическая кинетика в курсе физической химии / Учебно-методическое указание – Новосибирск, 2013.
2. Тарасова Е.М., Евграфова К.С. Связь химии с математикой – Изд. Воронежского университета, 1964.

# СИСТЕМЫ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ. РЕШЕНИЕ ТИПИЧНЫХ ЗАДАЧ

*Беспятых Евгений Алексеевич*

*студент, Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет,  
РФ, г. Пермь*

## **Введение**

В экономическом моделировании существует множество теорий, согласно которым экономисты и математики рассчитывают характеристики систем для принятия определенных решений. Одна из таких теорий – теория систем массового обслуживания.

Системой массового обслуживания называют систему, в которой, с одной стороны, возникают массовые запросы (требования, заявки, транзакты) на выполнение каких-либо видов услуг, а с другой стороны, происходит удовлетворение этих запросов автоматами, работниками и т.п. (обслуживающими каналами, устройствами), имеющими ограниченные возможности обслуживания. Система массового обслуживания состоит из элементов: источник требований, входящий поток требований, очередь, обслуживающее устройство (обслуживающий аппарат, канал обслуживания), а также выходящий поток требований.

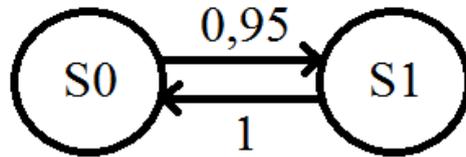
В данной статье рассматриваются наиболее типичные задачи на расчет характеристик систем массового обслуживания.

## **Задача №1**

Одноканальная СМО с отказами представляет собой одну телефонную линию. Заявка (вызов), пришедшая в момент, когда линия занята, получает отказ. Все потоки событий простейшие. Интенсивность потока  $\lambda=0,95$  вызова в минуту. Средняя продолжительность разговора  $t=1$  мин. Определите вероятностные характеристики СМО в установившемся режиме работы. Сколько телефонов должно работать параллельно, чтобы вероятность отказа была меньше  $1/10$ ?

*Решение*

Определим исходные данные. Интенсивность входящего потока указана в условии и равна 0,95 вызова в минуту ( $\lambda=0,95$ ). Интенсивность потока обслуживания  $\mu=1/t=1/1=1$  заявка в минуту. Система может находиться в одном из состояний: (1) S0 – телефонная линия свободна; (2) S1 – телефонная линия занята. Поток заявок переводит систему из состояния S0 в состояние S1 с интенсивностью  $\lambda=0,95$ , из состояния S1 в S0 с интенсивностью  $\mu=1$ . Построим граф состояний системы (Рис. 1).



**Рисунок 2. Задача 1. Граф состояний системы**

Определим характеристики работы СМО в предельном режиме.

$p_0 = \frac{\mu}{\lambda + \mu} = \frac{1}{1 + 0,95} \approx 0,51$  – вероятность того, что система свободна (телефонная линия свободна, заявок нет).

$p_1 = \frac{\lambda}{\lambda + \mu} = \frac{0,95}{1 + 0,95} \approx 0,49$  – вероятность того, что заявка в системе (телефонная линия занята). Этот же показатель – вероятность отказа в обслуживании.

$Q = p_0 = 0,51$  – относительная пропускная способность.

$A = Q * \lambda = 0,51 * 0,95 \approx 0,48$  – абсолютная пропускная способность.

Среднее число заявок, обслуживаемых в минуту.

$T_S = \frac{1}{\mu} = 1$  – среднее время обслуживания заявки.

$T_{st} = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{0,95} \approx 1,05$  – среднее время простоя канала (телефонной линии).

$T_{sys} = \frac{1}{\lambda + \mu} = \frac{1}{0,95 + 1} \approx 0,51$  – среднее время пребывания заявки в системе.

Теперь необходимо определить, сколько телефонов должно работать параллельно, чтобы вероятность отказа была меньше 1/10, т.е. определить количество каналов  $k$  для условия  $p_1 < 0,1$ .

Предположим, что  $k=2$ .

$$p = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{0,95}{1} = 0,95 \text{ – приведенная интенсивность входящего потока.}$$

$$p_0 = \left( \sum_{i=0}^k \frac{p^i}{i!} \right)^{-1} = \left( \frac{0,95^0}{0!} + \frac{0,95^1}{1!} + \frac{0,95^2}{2!} \right)^{-1} \approx 0,416$$

$$p_1 = p_0 \frac{p^1}{1!} = 0,416 * \frac{0,95^2}{2!} \approx 0,188$$

Вероятность отказа – 0,188 – больше, чем требовалось. Значит, двух каналов будет недостаточно для того, чтобы вероятность отказа была меньше 0,1. Попробуем предположить, что  $k=3$ , и подсчитать те же показатели.

$$p_0 = \left( \sum_{i=0}^k \frac{p^i}{i!} \right)^{-1} = \left( \frac{0,95^0}{0!} + \frac{0,95^1}{1!} + \frac{0,95^2}{2!} + \frac{0,95^3}{3!} \right)^{-1} \approx 0,393$$

$$p_1 = p_0 \frac{p^1}{1!} = 0,393 * \frac{0,95^3}{3!} \approx 0,056$$

*Интерпретация результатов*

Вероятность отказа при трех каналах равна  $0,056 < 0,1$ , а значит, трех каналов будет достаточно для того, чтобы вероятность отказа была меньше 0,1.

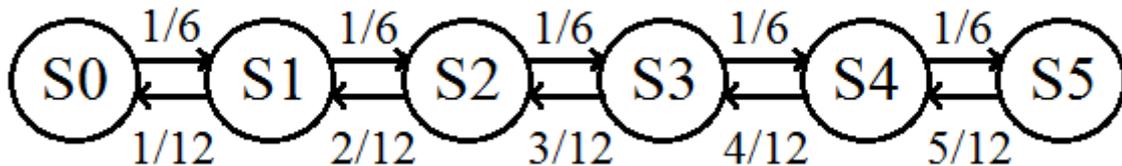
## **Задача №2**

В вычислительном центре работает 5 персональных компьютеров (ПК). Простейший поток задач, поступающих на ВЦ, имеет интенсивность  $\lambda=10$  задач в час. Среднее время решения задачи равно 12 мин. Заявка получает отказ, если все ПК заняты. Найдите вероятностные характеристики системы обслуживания (ВЦ).

*Решение*

Определим исходные данные. Интенсивность входящего потока  $\lambda=10$  задач в час  $=10/60=1/6$  в минуту. Среднее время обслуживания (решения задачи)  $t = 12$  мин, значит интенсивность потока обслуживания  $\mu = \frac{1}{t} = \frac{1}{12}$ . Число

каналов  $n=5$ . Система имеет следующие состояния: (1)  $S_0$  – компьютеры свободны; (2)  $S_1$  – 1 компьютер занят, остальные свободны; (3)  $S_2$  – 2 компьютера заняты, остальные свободны; (4)  $S_3$  – 3 компьютера заняты, остальные свободны; (5)  $S_4$  – 4 компьютера заняты, остальных свободен; (6)  $S_5$  – все компьютеры заняты. Построим граф состояний (Рис. 2).



**Рисунок 3. Задача 2. Граф состояний системы**

Система переходит из любого левого состояния в следующее правое с интенсивностью  $1/6$ . Интенсивность перехода из правого в левое состояние меняется в зависимости от состояния. Например, из состояния  $S_2$  (2 компьютера заняты) в  $S_1$  (один компьютер занят) система может перейти тогда, когда закончит работу либо второй, либо первый компьютер, то есть суммарная интенсивность их потоков обслуживания будет  $2\mu = 2/12$ .

Определим приведенную интенсивность входящего потока:

$$p = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{1/6}{1/12} = 2.$$

$$p_0 = \frac{1}{\left[ \sum_{k=0}^n \frac{p^k}{k!} \right]} = \frac{1}{\left( \frac{2^0}{0!} + \frac{2^1}{1!} + \frac{2^2}{2!} + \frac{2^3}{3!} + \frac{2^4}{4!} + \frac{2^5}{5!} \right)} = \frac{1}{109/15} = \frac{15}{109} \approx 0,137.$$

Предельные вероятности состояний найдем по формулам Эрланга:

$$p_1 = \frac{p}{1!} p_0 = 2 * 0,137 = 0,274$$

$$p_2 = \frac{p^2}{2!} p_0 = 2 * 0,137 = 0,274$$

$$p_3 = \frac{p^3}{3!} p_0 = \frac{4}{3} * 0,137 \approx 0,182$$

$$p_4 = \frac{p^4}{4!} p_0 = \frac{4}{6} * 0,137 \approx 0,091$$

$$p_5 = \frac{p^5}{5!} p_0 = \frac{32}{120} * 0,137 \approx 0,036$$

$p_{\text{отк}} = p_n = p_5 = 0,036$  – вероятность отказа в обслуживании заявки.

$q = 1 - p_{\text{отк}} = 1 - 0,036 = 0,964$  – относительная пропускная способность системы (ВЦ).

$A = \lambda q = \frac{1}{6} * 0,964 \approx 0,16$  – абсолютная пропускная способность системы (ВЦ).

$\bar{k} = pq = 2 * 0,964 = 1,928$  – среднее число занятых каналов.

### *Интерпретация результатов*

Из вычисленных показателей видно, что в установившемся режиме работы системы в среднем будут заняты 2 канала (ПК) из 5, а остальные 3 будут простаивать. Вероятность отказа в обслуживании в среднем 3-4%, а значит, работу системы можно считать удовлетворительной.

### **Задача №3**

На пункт техосмотра поступает простейший поток заявок (автомобилей) интенсивности  $\lambda=4$  машины в час. Время осмотра распределено по показательному закону и равно в среднем 17 мин., в очереди может находиться не более 5 автомобилей. Определите вероятностные характеристики пункта техосмотра в установившемся режиме.

### *Решение*

Определим исходные данные. Интенсивность входящего потока  $\lambda=4$  машины в час= $4/60=1/15$  в минуту. Среднее время обслуживания  $t=17$  мин, значит интенсивность потока обслуживания  $\mu=1/t=1/17$ . Число каналов  $n=1$ . Число мест в очереди  $m=5$ .

Определим приведенную интенсивность входящего потока:

$$p = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{1/15}{1/17} = \frac{17}{15} \approx 1,133.$$

$N = n+1 = 6$  – очередь и обслуживаемый в данный момент клиент.

Вычислим вероятности нахождения заявок в системе:

$$p_0 = \frac{1 - p}{1 - p^{N+1}} = \frac{1 - 1,133}{1 - 1,133^7} \approx 0,095$$

$$p_1 = p^1 * p_0 = 1,133 * 0,095 \approx 0,107$$

$$p_2 = p^2 * p_0 = 1,283 * 0,095 \approx 0,122$$

$$p_3 = p^3 * p_0 = 1,454 * 0,095 \approx 0,137$$

$$p_4 = p^4 * p_0 = 1,647 * 0,095 \approx 0,156$$

$$p_5 = p^5 * p_0 = 1,867 * 0,095 \approx 0,177$$

$$p_6 = p^6 * p_0 = 2,115 * 0,095 \approx 0,2$$

$$p_7 = p^7 * p_0 = 2,396 * 0,095 \approx 0,227$$

$p_{\text{отк}} = p_N = p_7 = 0,227$  – вероятность отказа в обслуживании.

$q = 1 - p_{\text{отк}} = 1 - 0,227 = 0,773$  – относительная пропускная способность системы (пункта техосмотра).

$A = \lambda q = \frac{1}{15} * 0,773 \approx 0,051$  – абсолютная пропускная способность системы.

$N_S = \frac{A}{\mu} = \frac{0,051}{1/17} = 0,867$  – среднее число занятых каналов.

Среднее число находящихся в системе заявок (в очереди и на обслуживании):

$$\begin{aligned} L_S &= \sum_{n=0}^N n * p_n \\ &= 0 * 0,095 + 1 * 0,107 + 2 * 0,122 + 3 * 0,137 + 4 * 0,156 + 5 \\ &\quad * 0,177 + 6 * 0,2 + 7 * 0,227 = 5,06 \end{aligned}$$

Среднее время пребывания заявки в системе:

$$W_S = \frac{L_S}{\lambda(1 - p_N)} = \frac{5,06}{1/15(1 - 0,227)} = 99,21 \text{ минута}$$

Средняя продолжительность пребывания заявки в очереди на обслуживание:

$$W_q = W_S - \frac{1}{\mu} = 99,21 - 17 = 82,21 \text{ минута}$$

Среднее число заявок в очереди (длина очереди):

$$L_q = \lambda(1 - p_N) = \frac{1}{15} (1 - 0,227) = 0,051$$

*Интерпретация результатов*

Таким образом, работу пункта техосмотра нельзя считать удовлетворительной, так как ему приходится отказывать в обслуживании автомобилей в среднем в 22,7% случаев, при этом в среднем клиентам будет приходиться находиться в очереди около 1,2 часа.

#### **Задача №4**

На промышленном предприятии решается вопрос о том, сколько потребуется механиков для работы в ремонтном цехе. Пусть предприятие имеет 10 машин, требующих ремонта с учетом числа ремонтирующихся. Отказы машин происходят с частотой  $\lambda=10$  отк/час. Для устранения неисправности механику требуется в среднем  $t=3$  мин. Распределение моментов возникновения отказов является пуассоновским, а продолжительность выполнения ремонтных работ распределена экспоненциально. Возможно организовать 4 или 6 рабочих мест в цехе для механиков предприятия. Необходимо выбрать наиболее эффективный вариант обеспечения ремонтного цеха рабочими местами для механиков.

*Решение*

Определим исходные данные. Интенсивность входящего потока  $\lambda=10$  отк/час= $10/60=1/6$  в минуту. Интенсивность потока обслуживания  $\mu=1/t=1/3$ .

$$N=10.$$

Рассмотрим вероятность отказа в обслуживании для  $n=4$  и  $n=6$  рабочих мест в цехе для механиков ( $n$  – число каналов обслуживания).

$n=4$

$$p = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{1/6}{1/3} = \frac{1}{2} = 0,5$$

$$p_0 = \frac{1 - p}{1 - p^{n+2}} = \frac{1 - 0,5}{1 - 0,5^6} \approx 0,507$$

$$p_{\text{отк}} = p_5 = p^5 * p_0 = 0,5^5 * 0,507 \approx 0,015$$

$$p_0 = \frac{1 - p}{1 - p^{n+2}} = \frac{1 - 0,5}{1 - 0,5^8} \approx 0,501$$

$$p_{\text{отк}} = p_7 = p^7 * p_0 = 0,5^7 * 0,501 \approx 0,003$$

#### *Интерпретация результатов*

Таким образом, вероятность отказа в обслуживании практически равна нулю во втором случае (6 рабочих), поэтому если это принципиально, то лучше иметь 6 рабочих.

### **Магнитное поле Земли**

#### ***Разваляева Валерия Александровна***

*студент, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, РФ, г. Москва*

#### ***Сабенина Светлана Вячеславовна***

*студент, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, РФ, г. Москва*

Земля – это гигантский магнит, около которого возникает магнитное поле. Оно окружает нашу планету с самого момента ее появления и значительно влияет на живые организмы, находящиеся на ней, а также на природные явления. Положение магнитных и географических полюсов Земли не совпадает друг с другом. Неподалеку от северного географического полюса Земли расположен южный магнитный полюс. Поэтому северный конец стрелки компаса, поворачиваясь к южному магнитному полюсу Земли, указывает на географический север. Силовые линии, соединяющие два магнитных полюса, называются магнитными меридианами. Ось магнитного поля наклонена под углом в 12 градусов к оси вращения.

Еще задолго до нашей эры люди нашли применение магнитным свойствам. Самым первым изобретением был компас – простейший навигационный прибор.

Магнитное поле Земли включает в себя 3 главные части:

1. Основное магнитное поле – заключено внутри Земли, очень медленно изменяется во времени.

2. Переменное магнитное поле или внешнее – за пределами земной поверхности и в атмосфере.

3. Мировые аномалии – резкое увеличение напряженности поля на отдельных участках земной поверхности.

Для того, чтобы объяснить происхождение основного магнитного поля Земли выдвигалось множество всевозможных гипотез. С точки зрения ученых, именно тот факт, что внешнее ядро жидкое, помогает понять природу магнетизма на Земле. Так как само ядро немагнитно, источником поля должны являться электрические токи в нём. Но для того, чтобы поддерживать ток в ядре, нужен источник энергии. Если источника не будет, то ток пропадет через определенное время  $t$ , определяемое по формуле  $t \sim \sigma L^2$  ( $\sigma$  – электропроводность ядра,  $L$  – длина). В ядре «источником энергии» служит термоэлектрический эффект – 2 проводника с различными температурами соприкасаются в 2-х точках – возникает ЭДС и течет ток. Следовательно, на границе мантия – внешнее ядро из-за разницы температур возникает слабый ток и слабое магнитное поле. Это магнитное поле усиливается, т.к. при движении жидкой части ядра в магнитном поле (хоть и слабом) индуцируются токи и магнитное поле большей силы. В результате возникает подобие динамо-машины, в которой происходит самовозбуждение электрических токов, которые создают магнитное поле Земли.

Магнитное поле распределяется неравномерно относительно оси. По направлению к Солнцу достигает 10 радиусов, а с ночной стороны Земли образуется так называемый хвост магнитосферы. Силовые линии хвоста вытянуты приблизительно на 1000 радиусов, причиной тому является солнечный ветер.

В каждой точке планеты магнитное поле можно охарактеризовать: вектором напряженности  $H$ , который определяется тремя составляющими  $x$  –

северной,  $y$  – восточной, и  $z$  – вертикальной (прямоугольная система координат). Также тремя элементами – горизонтальной составляющей напряженности  $H$ , магнитным склонением  $D$  и магнитным наклонением  $I$  (угол между  $T$  и плоскостью горизонта). Также следует отметить, что склонение имеет величину не более  $20^\circ$ , на восток – положительное, на запад – отрицательное. В точке пространства, где магнитное наклонение  $90^\circ$ , находится магнитный полюс; а там, где оно равно  $0$  – магнитный экватор.

Следующая характеристика – напряженность. Её среднее значение на поверхности Земли составляет примерно  $0,45$  Эрстед. Но все зависит от географического положения (например,  $0,66$  Эрстед – магнитный полюс,  $0,34$  Эрстед – экватор). Существуют такие места, которые называют районами магнитных аномалий, где значение напряженности очень велико и превосходит среднюю напряженность почти в 3 раза. Примером является Курская магнитная аномалия, напряженность равна  $2$  Эрстед. Наличие таких аномальных зон связывают с залежами большого количества пород, содержащих магнетит. На графике показано, как убывает напряженность магнитного поля с увеличением расстояния от центра Земли.

Основная функция магнитного поля – защитная. Оно образует защитный экран и ограждает атмосферу нашей планеты от солнечного ветра – потока мегаионизированных частиц, которые с огромной скоростью движутся от Солнца. Такое излучение крайне опасно для всего живого на Земле.

Так как роль магнитного поля Земли очень велика для всего живого и для процессов биосферы, то большое внимание уделяется особенностям изменения его состояния. Любые изменения магнитного поля повлекут за собой или изменение условий жизни на нашей планете или даже прекращение существования жизни. Эти изменения, называемые геомагнитными вариациями, зависят от многих факторов. Например, от солнечного ветра, от токов в ионосфере и магнитосфере, от лунных и солнечных приливов и т.д. Период изменений также различен – от нескольких секунд до миллионов лет. Изучив намагниченность горных пород прошлого (наз. палеомагнитные

данные), ученые пришли к выводу, что все изменения магнитного поля нашей планеты – нормальное явление.

Во-первых, со временем меняется положение магнитных полюсов поля. Неоднократно происходила инверсия поля – магнитные полюса планеты менялись местами. Причем это изменение происходит во времени без какой-либо закономерности: период может составлять примерно 200 тыс. лет, 50 тыс. лет. За 76 млн. лет инверсия магнитного поля произошла 171 раз.

Во-вторых, уменьшается напряженность магнитного поля Земли, магнитный момент поля. Исследования магнитного поля, проведенные учеными за 200 лет, показывают, что с 1829 г. до 1960 г. магнитный момент Земли (интегральная характеристика) описывается следующим выражением:  $M=(8,27-0,004t) \cdot 10^{15}$  Тл·м<sup>3</sup>, где  $t$  – время в годах.

Напряженность земного поля падает, и происходит это неравномерно. Всего за 450 лет напряженность уменьшилась почти на 20%. В одних местах она значительно снижается, например, в Атлантическом океане – 10%, а других наоборот возрастает.

Земля и Солнце очень тесно взаимодействуют друг с другом магнитными полями, эти взаимосвязи и обуславливают все природные явления на планете. Например, солнечный ветер проявляется на Земле в виде полярных сияний – это свечение верхних слоев атмосферы. Стихийные явления происходят из-за избытка солнечной энергии, полученной от Солнца, в магнитной сфере Земли. Также происходящие магнитные бури могут вызывать помехи в коротковолновой радиосвязи, поломки спутников, выход из строя электросетей, изменение метеоусловий (образование циклонов).

На влияние магнитного поля Земли (естественного поля) организм человека настроился на протяжении всего процесса эволюции – воспринимает его частоту как нормальную. Но когда влияние оказывают какие-то другие магнитные поля или изменение магнитного поля Земли значительно (например, магнитные бури), то происходят изменения в функционировании систем организма. Отмечалось особое влияние магнитного поля на нервную и

кровеносно-сосудистую системы. Незначительно, но реагируют на изменение магнитного поля и дыхательная, пищеварительная, эндокринная, костно-мышечная системы. Наблюдения показали, что в день магнитной бури и в течение ближайших двух дней возрастало количество обращений людей с сердечнососудистыми заболеваниями. Врачи утверждают, что организм реагирует на изменение магнитного поля спустя сутки после начала магнитной бури. Мы не в силах предотвратить и уменьшить вредное влияние магнитных бурь на собственный организм. Но следует отметить, что здоровый человек воспринимает негативное влияние магнитного поля легче.

На протяжении геологической истории нашей планеты магнитное поле неоднократно снижало свою напряженность, несколько раз происходила и инверсия поля. Как нам уже известно, в настоящее время напряженность магнитного поля падает, вместе с этим ослабевают его защитные свойства, что приводит к следующим последствиям. Все больше солнечного излучения будет проникать на поверхность планеты, будет повышаться уровень радиации, вследствие чего все больше людей могут быть подвержены онкологическим или хроническим заболеваниям. Негативно сказывается падение напряженности и на животном мире. Исследования показывают, что птицы осуществляют дальние полеты, ориентируясь по магнитным полям.

Полученные в процессе исследования результаты показывают важную роль магнитного поля для всего живого на Земле. Так как изменения, происходящие с магнитным полем Земли, отражаются и на состоянии здоровья людей, и на работе спутников, систем радиосвязи и т.д., то более углубленное изучение данного вопроса поможет человеку найти новые способы и возможности уменьшения воздействия изменений поля в будущем.

### **Список литературы:**

1. Дьяченко А.И «Магнитные полюса Земли», Москва, 2003 г.
2. Ковалев С.Г., Хабибуллин Р.Р. «Общая геология с основами гидрогеологии и гидрологии», Уфа, 2006 г.

## **ОБОСНОВАНИЕ ПРИРОДЫ ПОГОДНЫХ ЯВЛЕНИЙ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ФИЗИКИ**

***Сабенина Светлана Вячеславовна***

*студент, Национальный исследовательский Московский государственный  
строительный университет,  
РФ, г. Москва*

***Разваляева Валерия Александровна***

*студент, Национальный исследовательский Московский государственный  
строительный университет,  
РФ, г. Москва*

Тема: «Обоснование природы погодных явлений с точки зрения физики» достаточно изучена на сегодняшний момент. Но при этом своей актуальности данный вопрос не потерял. Это связано с тем, что достаточно много людей не знают самых простых вещей, например что такое радуга, как возникает молния, почему дождь идёт в виде округлых капель, почему снежинки имеют такую замысловатую форму. Поэтому главной целью работы является рассказ о природе погодных явлений и доказательство их неразрывной связи с физикой. Так же изучив этот вопрос, стоит заметить, что физика бывает не только «сухой» формульной наукой, которую мы изучали в школе и познаём сейчас в университете, физика может быть красивой, интересной, а множество экспериментов можно наблюдать в реальном мире, проводя аналогии между лабораторными исследованиями и природными явлениями.

Радуга – атмосферное, оптическое и метеорологическое явление, наблюдаемое при освещении Солнцем (иногда Луной) множества водяных капель дождя или тумана. Она имеет форму дуги или окружности. Радуга является характерным примером такого физического явления, как дисперсия. Дисперсия- явление разложение света в спектр. В повседневной жизни радугу «разделяют» на семь цветов: красный, желтый, зеленый, голубой, оранжевый, синий, фиолетовый. Но следует иметь в виду, что на самом деле спектр непрерывен, и цвета плавно переходят друг в друга.

Радуга возникает из-за того, что солнечный свет преломляется и отражается капельками воды (дождя или тумана), парящими в атмосфере. Эти капли по-разному отклоняют свет разных цветов (показатель преломления воды для более длинноволнового (красного) света меньше, чем для коротковолнового (фиолетового), поэтому слабее отклоняется красный свет – на  $137^{\circ}30'$ , а сильнее всего фиолетовый – на  $139^{\circ}20'$ ). В результате белый свет разлагается в спектр. Наблюдатель, стоящий спиной к источнику света, видит разноцветное свечение, исходящее из пространства по концентрическим окружностям или дугам. Стоит заметить, что радугу невозможно наблюдать, стоя лицом к солнцу, также одновременно радугу и солнце увидеть невозможно.

Радуга, которая появляется под воздействием лунного света, явление гораздо более редкое, чем привычная нам «дневная» радуга. Лунную радугу можно наблюдать только в местах с повышенной влажностью воздуха, и только тогда, когда Луна полная.

В природе существуют явления, похожие на радугу, такие как гало (оптический феномен, представляющий собой светящееся кольцо вокруг источника света), gloria (цветные кольца света на облаке вокруг тени наблюдателя). Особое внимание стоит уделить явлению, называемому «Брокенский призрак». Брокенский призрак – это явление, представляющее собой тень наблюдателя на поверхности облаков или тумана в направлении, противоположном солнцу. Эта тень может достигать достаточно больших размеров, быть окружённой глорией, а в некоторых случаях даже двигаться. Движение Брокенского призрака связано с перемещением слоёв облака или тумана, и колебания их плотности. Свою известность Брокенский призрак приобрел благодаря пику Брокен в горах Гарц в Германии, где постоянные туманы и доступность малых высот позволяют наблюдать его особенно часто. Это способствовало возникновению легенды, по которой и дали явлению название. Брокенский призрак наблюдался и впервые был описан Иоганном Зильбершлагом в 1780 году и с тех пор не раз о нем писали в литературе о горах Гарц.

Молния – это гигантский электрический искровой разряд в атмосфере, обычно происходящий во время грозы, проявляющийся яркой вспышкой света и сопровождающим её громом. Сила тока молнии достигает 500000 ампер, напряжение доходит до миллиарда вольт, а мощность до 1000 ГВт.

Молнии бывают двух видов наземные (они ударяют в землю) и внутриоблачные (они проходят в самих облаках). Процесс появления и развития наземной молнии состоит из нескольких этапов. На первой стадии в зоне, где электрическое поле достигает максимального значения, начинается ударная ионизация, создаваемая вначале свободными зарядами, всегда имеющимися в небольшом количестве в воздухе, которые под действием электрического поля приобретают значительные скорости по направлению к земле и, сталкиваясь с молекулами, составляющими воздух, ионизируют их. После этого и происходит разряд молнии.

Существуют ещё несколько видов молний: эльфы (молнии в верхней атмосфере, представляющие собой больших размеров слабосветящиеся вспышки в виде конуса, которые появляются из верхней части грозового облака), джетты (молнии в виде трубок-конусов синего цвета), спрайты (некое подобие молнии, бьющей из облака вверх).

Дождь – это вид атмосферных осадков, выпадающих из облаков в виде водяных капель или капель другой жидкости со средним диаметром от 0,5 до 6–7 мм. Если диаметр капель меньше 0,5 мм, то этот вид осадков называется моросью. Интенсивность дождя может достигать 100 мм/ч.

Чаще всего осадки в виде дождя выпадают из смешанных облаков, которые при температуре 0<sup>0</sup>С содержат переохлажденные капли и ледяные кристаллы. У водяного пара упругость насыщения над каплями больше, чем над ледяными кристаллами при той же температуре, в связи с этим даже ненасыщенное по отношению к каплям воды облако, будет пересыщено по отношению к кристаллам. Это приводит к росту кристаллов при одновременном испарении капель. Укрупняясь и утяжеляясь, кристаллы выпадают из облака, примораживая к себе при этом переохлаждённые капли.

Входя под облако или в его нижнюю часть, имеющую температуру  $0^{\circ}\text{C}$  они тают, превращаясь в дождевые капли.

Снег – это вид атмосферных осадков, состоящий из кристаллов льда.

Снег образуется, когда микроскопические капли воды в облаках притягиваются к частицам пыли и замерзают. Появляющиеся в самом начале кристаллы льда не превышают одной десятой миллиметра в диаметре, падая вниз, они растут из-за конденсации на них влаги из воздуха. При этом происходит образование кристаллов шестиконечной формы. Из-за структуры молекул воды между лучами кристалла возможны углы лишь в  $60^{\circ}$  и  $120^{\circ}$ . Основной кристалл воды имеет в плоскости форму правильного шестиугольника. На вершинах такого шестиугольника затем осаждаются новые кристаллы, на них – новые, и так получают разнообразные формы звездочек-снежинок.

Первым, кто серьезно задумался о том, почему снежинки имеют именно шестиугольную форму был немецкий астроном Иоганн Кепплер. Он в 1611 занялся изучением формы снежинок и издал трактат «О шестиугольных снежинках».

Иоганн Кепплер в своём трактате пытается объяснить шестиугольную форму кристалла снега. В рассуждениях он использует скудеющие аргументы:

- правильный шестиугольник возникает из-за того, что он является из всех правильных фигур первой, из которой нельзя собрать объемное тело, поскольку правильным шестиугольником можно покрыть плоскость без зазоров;

- поскольку свойством покрывать плоскость обладает и треугольник, и квадрат, то, возможно, из всех фигур, способных покрыть плоскость, шестиугольник ник больше всего приближён к кругу;

- возможно причина в том, что существует различие между плодотворящей силой и силой, вызывающей бесплодие. первая порождает равносторонние треугольники и правильные шестиугольники, а вторая правильные пятиугольники;

- может быть, наконец, сама формообразующая природа в своей глубочайшей сущности сопричастна правильному шестиугольнику.

Далее Иоганн Кепплер продолжил свои рассуждения на тему происхождения формы снежинок, но окончательного ответа на вопрос он не дал. Несмотря на это, учёный внёс большой вклад в развитие кристаллографии.

Снежинки бывают не только шестиугольной формы. Формируясь в пространстве, кристаллы льда принимают самые разнообразные, удивительные, порой даже причудливые формы.

Самыми распространёнными являются следующие формы снежинок: пластинки, звезды, столбики, иглы, пространственные дендриты, увенчанные столбики.

Такая классификация была утверждена в 1951 году Международной комиссией по снегу и льду. Впоследствии к ним добавились ещё три вида осадков: мелкая снежная крупка, ледяная крупка и град.

В данной работе были рассмотрены различные природные явления. Этими явлениями являются гало, gloria и Брокенский призрак. Была изучена форма дождевых капель и снега. Рассмотрен процесс формирования снежинки- вода притягивается к небольшой пылинке, замерзает, а затем к получившейся льдинке примерзают небольшие кристаллы воды, наращивая и изменяя форму снежинки- от льдинки до шестиугольника, столбика или даже большого замысловатого кристалла. Были рассмотрены различные виды молний, а именно: наземные и внутриоблачные, а также эльфы, спрайты и джетты.

Подводя итоги, хотелось бы отметить, что любое погодное явление заслуживает внимания и отдельного изучения. И каждый человек, изучающий физику, должен знать почему возникает то или иное природное явление, потому что не зная простых вещей, происходящих вокруг нас, невозможно понять сложных физических процессов, описываемых в научной литературе.

### **Список литературы:**

1. Иоганн Кепплер трактат «О шестиугольных снежинках», 1611 год.
2. Степановских А.С. «Экология. Учебник для вузов», М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – 703 с.

## МАГНИТНОЕ ПОЛЕ ЗЕМЛИ

*Разваляева Валерия Александровна*  
*студент, Национальный исследовательский*  
*Московский государственный строительный университет,*  
*РФ, г. Москва*

*Сабенина Светлана Вячеславовна*  
*студент, Национальный исследовательский*  
*Московский государственный строительный университет,*  
*РФ, г. Москва*

Земля – это гигантский магнит, около которого возникает магнитное поле. Оно окружает нашу планету с самого момента ее появления и значительно влияет на живые организмы, находящиеся на ней, а также на природные явления. Положение магнитных и географических полюсов Земли не совпадает друг с другом. Неподалеку от северного географического полюса Земли расположен южный магнитный полюс. Поэтому северный конец стрелки компаса, поворачиваясь к южному магнитному полюсу Земли, указывает на географический север. Силовые линии, соединяющие два магнитных полюса, называются магнитными меридианами. Ось магнитного поля наклонена под углом в 12 градусов к оси вращения.

Еще задолго до нашей эры люди нашли применение магнитным свойствам. Самым первым изобретением был компас – простейший навигационный прибор.

Магнитное поле Земли включает в себя 3 главные части:

4. Основное магнитное поле – заключено внутри Земли, очень медленно изменяется во времени.

5. Переменное магнитное поле или внешнее – за пределами земной поверхности и в атмосфере.

6. Мировые аномалии – резкое увеличение напряженности поля на отдельных участках земной поверхности.

Для того, чтобы объяснить происхождение основного магнитного поля Земли выдвигалось множество всевозможных гипотез. С точки зрения ученых,

именно тот факт, что внешнее ядро жидкое, помогает понять природу магнетизма на Земле. Так как само ядро немагнитно, источником поля должны являться электрические токи в нём. Но для того, чтобы поддерживать ток в ядре, нужен источник энергии. Если источника не будет, то ток пропадет через определенное время  $t$ , определяемое по формуле  $t \sim \sigma L^2$  ( $\sigma$  – электропроводность ядра,  $L$  – длина). В ядре «источником энергии» служит термоэлектрический эффект – 2 проводника с различными температурами соприкасаются в 2-х точках – возникает ЭДС и течет ток. Следовательно, на границе мантия – внешнее ядро из-за разницы температур возникает слабый ток и слабое магнитное поле. Это магнитное поле усиливается, т.к. при движении жидкой части ядра в магнитном поле (хоть и слабом) индуцируются токи и магнитное поле большей силы. В результате возникает подобие динамо-машины, в которой происходит самовозбуждение электрических токов, которые создают магнитное поле Земли.

Магнитное поле распределяется неравномерно относительно оси. По направлению к Солнцу достигает 10 радиусов, а с ночной стороны Земли образуется так называемый хвост магнитосферы. Силовые линии хвоста вытянуты приблизительно на 1000 радиусов, причиной тому является солнечный ветер.

В каждой точке планеты магнитное поле можно охарактеризовать: вектором напряженности  $H$ , который определяется тремя составляющими  $x$  – северной,  $y$  – восточной, и  $z$  – вертикальной (прямоугольная система координат). Также тремя элементами – горизонтальной составляющей напряженности  $H$ , магнитным склонением  $D$  и магнитным наклонением  $I$  (угол между  $T$  и плоскостью горизонта). Также следует отметить, что склонение имеет величину не более  $20^\circ$ , на восток – положительное, на запад – отрицательное. В точке пространства, где магнитное наклонение  $90^\circ$ , находится магнитный полюс; а там, где оно равно  $0$  – магнитный экватор.

Следующая характеристика – напряженность. Её среднее значение на поверхности Земли составляет примерно  $0,45$  Эрстед. Но все зависит от

географического положения (например, 0,66 Эрстед – магнитный полюс, 0,34 Эрстед – экватор). Существуют такие места, которые называют районами магнитных аномалий, где значение напряженности очень велико и превосходит среднюю напряженность почти в 3 раза. Примером является Курская магнитная аномалия, напряженность равна 2 Эрстед. Наличие таких аномальных зон связывают с залежами большого количества пород, содержащих магнетит. На графике показано, как убывает напряженность магнитного поля с увеличением расстояния от центра Земли.

Основная функция магнитного поля – защитная. Оно образует защитный экран и ограждает атмосферу нашей планеты от солнечного ветра – потока мегаионизированных частиц, которые с огромной скоростью движутся от Солнца. Такое излучение крайне опасно для всего живого на Земле.

Так как роль магнитного поля Земли очень велика для всего живого и для процессов биосферы, то большое внимание уделяется особенностям изменения его состояния. Любые изменения магнитного поля повлекут за собой или изменение условий жизни на нашей планете или даже прекращение существования жизни. Эти изменения, называемые геомагнитными вариациями, зависят от многих факторов. Например, от солнечного ветра, от токов в ионосфере и магнитосфере, от лунных и солнечных приливов и т.д. Период изменений также различен – от нескольких секунд до миллионов лет. Изучив намагниченность горных пород прошлого (наз. палеомагнитные данные), ученые пришли к выводу, что все изменения магнитного поля нашей планеты – нормальное явление.

Во-первых, со временем меняется положение магнитных полюсов поля. Неоднократно происходила инверсия поля – магнитные полюса планеты менялись местами. Причем это изменение происходит во времени без какой-либо закономерности: период может составлять примерно 200 тыс. лет, 50 тыс. лет. За 76 млн. лет инверсия магнитного поля произошла 171 раз.

Во-вторых, уменьшается напряженность магнитного поля Земли, магнитный момент поля. Исследования магнитного поля, проведенные

учеными за 200 лет, показывают, что с 1829 г. до 1960 г. магнитный момент Земли (интегральная характеристика) описывается следующим выражением:  $M=(8,27-0,004t) \cdot 10^{15}$  Тл·м<sup>3</sup>, где t – время в годах.

Напряженность земного поля падает, и происходит это неравномерно. Всего за 450 лет напряженность уменьшилась почти на 20%. В одних местах она значительно снижается, например, в Атлантическом океане – 10%, а других наоборот возрастает.

Земля и Солнце очень тесно взаимодействуют друг с другом магнитными полями, эти взаимосвязи и обуславливают все природные явления на планете. Например, солнечный ветер проявляется на Земле в виде полярных сияний – это свечение верхних слоев атмосферы. Стихийные явления происходят из-за избытка солнечной энергии, полученной от Солнца, в магнитной сфере Земли. Также происходящие магнитные бури могут вызывать помехи в коротковолновой радиосвязи, поломки спутников, выход из строя электросетей, изменение метеоусловий (образование циклонов).

На влияние магнитного поля Земли (естественного поля) организм человека настроился на протяжении всего процесса эволюции – воспринимает его частоту как нормальную. Но когда влияние оказывают какие-то другие магнитные поля или изменение магнитного поля Земли значительно (например, магнитные бури), то происходят изменения в функционировании систем организма. Отмечалось особое влияние магнитного поля на нервную и кровеносно-сосудистую системы. Незначительно, но реагируют на изменение магнитного поля и дыхательная, пищеварительная, эндокринная, костно-мышечная системы. Наблюдения показали, что в день магнитной бури и в течение ближайших двух дней возрастало количество обращений людей с сердечнососудистыми заболеваниями. Врачи утверждают, что организм реагирует на изменение магнитного поля спустя сутки после начала магнитной бури. Мы не в силах предотвратить и уменьшить вредное влияние магнитных бурь на собственный организм. Но следует отметить, что здоровый человек воспринимает негативное влияние магнитного поля легче.

На протяжении геологической истории нашей планеты магнитное поле неоднократно снижало свою напряженность, несколько раз происходила и инверсия поля. Как нам уже известно, в настоящее время напряженность магнитного поля падает, вместе с этим ослабевают его защитные свойства, что приводит к следующим последствиям. Все больше солнечного излучения будет проникать на поверхность планеты, будет повышаться уровень радиации, вследствие чего все больше людей могут быть подвержены онкологическим или хроническим заболеваниям. Негативно сказывается падение напряженности и на животном мире. Исследования показывают, что птицы осуществляют дальние полеты, ориентируясь по магнитным полям.

Полученные в процессе исследования результаты показывают важную роль магнитного поля для всего живого на Земле. Так как изменения, происходящие с магнитным полем Земли, отражаются и на состоянии здоровья людей, и на работе спутников, систем радиосвязи и т.д., то более углубленное изучение данного вопроса поможет человеку найти новые способы и возможности уменьшения воздействия изменений поля в будущем.

### **Список литературы:**

1. Дьяченко А.И «Магнитные полюса Земли», Москва, 2003 г.
2. Ковалев С.Г., Хабибуллин Р.Р. «Общая геология с основами гидрогеологии и гидрологии», Уфа, 2006 г.

## **ОБУЧЕНИЕ ПРОГРАММИРОВАНИЮ С ПРИМЕНЕНИЕМ LEGO-КОНСТРУКТОРОВ**

***Слепцова Юлия Олеговна***

*студент, ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический институт имени М. Е. Евсевьева»,  
РФ, Республика Мордовия, г. Саранск*

***Кормилицына Татьяна Владимировна***

*научный руководитель, канд. физ.-мат. наук, доц., ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический институт имени М. Е. Евсевьева»,  
РФ, Республика Мордовия, г. Саранск*

В наше время, во время информационных технологий большую актуальность приобретает образовательная робототехника. Процесс информатизации не стоит на месте, вовлечение робототехники в школьный процесс принимает всё большие обороты, использование робототехники на уроках информатики приобретает всё большую значимость и популярность. Так же робототехника всё чаще используется на уроках физики. Основным инструментом робототехники является LEGO-конструктор. Умение ученика конструировать с помощью LEGO-конструктора позволяет ему моделировать сложные процессы, окружающие его в жизни, а возможность запрограммировать собранную модель даёт возможность проверить её на работу, привести в действие [1].

Робототехника представлена учащимся технологией 21 века, способствует развитию их коммуникативных способностей, развивает навыки взаимодействия, развивает их реакцию, мыслительные процессы помогает раскрыть творческий потенциал, позволяет проявиться творческой составляющей, а также обеспечивает возможность проявления алгоритмического мышления на этапе программирования. Дети и подростки лучше понимают, когда они что-либо самостоятельно создают или изобретают. Данная стратегия обучения реализуется с помощью образовательной среды LEGO.

Новые ФГОС требуют освоения основ конструкторской и проектно-исследовательской деятельности [4].

Сейчас очень важно, чтобы специалисты в области робототехники обучали ребёнка решать множество задач, при помощи автоматизированных сооружений, которые он сможет сам, как придумать, спроектировать, защищать, так и воплотить его в реальной модели, т.е. непосредственно сконструировать и запрограммировать [6].

В настоящее время в России развиваются нанотехнологии, электроника, механика и программирование, активно развиваются компьютерных технологий и робототехники. Если интегрировать преподавание таких предметов как информатика, физика, математика, технология, черчение, естественные науки с развитием инженерного мышления и всё это объединить через техническое творчество, то во многом успехи нашей страны в XXI веке будут определять не природные ресурсы, а уровень интеллектуального потенциала, который определяется уровнем самых передовых на сегодняшний день технологий.

В Саранске развивается недавно открывшийся детский технопарк «Кванториум». Рапалагается он на базе Технопарк – Мордовия.

«Кванториум» – федеральная сеть детских технопарков, новый российский формат дополнительного образования детей в сфере инженерных наук, основанный на проектно – командной деятельности.

«Кванториум» – это среда ускоренного развития технических способностей детей; пространство интеллектуальной смелости; условия для формирования изобретательского мышления; опережающие технологии развития детей; платформа создания нового российского образовательного формата для детей в области инженерных наук, основанного на проектной командной деятельности.

В «Кванториуме» Саранска занимаются дети с младших классов школы. Данный центр разделён на 7 основных направлений или «Квантов»: «ИТ-технологии», «Робототехника», «Нанотехнологии», «Биотехнологии», «Автотехнологии», «Аэротехнологии», «Лазерные технологии».

Итогом обучения будет уникальный проект, созданный ребёнком.

Техническое творчество – мощный инструмент синтеза знаний, закладывающий прочные основы системного мышления.

В процессе конструирования и программирования дети могут получить дополнительные знания в таких областях: информатика, физики, механика, электроника, программирование [5].

Использование LEGO-конструкторов в учебной и внеурочной деятельности мотивирует учащихся к обучению, т.к. при этом требуются знания практически из всех учебных дисциплин от искусств и творчества до математики и естественных наук.

Одной из важных характеристик представляется тренировка работы как в коллективе, так и развитие самостоятельного технического творчества.

Изучая простые механизмы, ребята учатся работать руками (развитие мелких и точных движений), развивают элементарное конструкторское мышление, развивают мелкую моторику, фантазию, изучают принципы работы многих механизмов.

LEGO позволяет учащимся:

- совместно обучаться в рамках одной команды;
- распределять обязанности в своей команде;
- проявлять повышенное внимание культуре и этике общения;
- проявлять творческий подход к решению поставленной задачи;
- создавать модели реальных объектов и процессов;
- видеть реальный результат своей работы.

Робототехника – это область науки и техники, связанная с разработкой и применением роботов, а также компьютерных систем для управления ими, сборе и обработки информации [3].

В данное время робототехнические конструкторы используются для проведения демонстрационных учебных экспериментов по информатике, физике, математике и основам безопасности жизнедеятельности. Все это помогает познакомить ребенка с законами реальной жизни и особенностями функционирования восприятия этого мира кибернетическими механизмами [2].

Программирование роботов в основном осуществляется в объектно-ориентированных средах, таких как: LEGO Mindstorms Education EV3, Lego Education WeDo, Rogic Program, LabVIEW и др., программирование в которых визуальное, осуществляется перетаскиванием блоков

В Мордовии всё большую популярность приобретает робототехника, кружки, секции, клубы. За короткое время изобретательством стали заниматься несколько сотен детей. Сейчас в республике организовано более 20 клубов юных изобретателей. Дети разрабатывают самые разные модели – электронные погрузчики, автомобили, лодки и самолеты. И каждая конструкция имеет шансы на серийное производство в будущем в реальном масштабе.

На территории Саранска образовано несколько ЦМИТов. Один из которых Центр молодежного инновационного творчества «МИР-3D» (ЦМИТ «МИР-3D»). Это современная высокотехнологичная площадка для привлечения детей и молодежи к научно-техническому творчеству, формирования у них основ научно-технической грамотности, мотивации к получению инженерно-технического образования и закрепления молодежи в наукоемких сферах производства. На базе ЦМИТ «МИР-3D» функционирует лаборатория «Увлекательная робототехника», инструментами которой является образовательные конструкторы и робототехника: Lego WeDo, LEGO Mindstorms, ТЕХНОЛАБ «Исследовательский уровень»

Во многих школах Саранска образованы кружки по робототехнике. Так, например в МОУ «СОШ №9» существует кружок «Основы робототехники». Предназначен для работы с младшими школьниками. Работа ведётся с конструктором Lego WeDo.

Работа с образовательными конструкторами LEGO позволяет школьникам в форме познавательной игры узнать многие важные идеи и развить необходимые в дальнейшей жизни навыки.

## Список литературы:

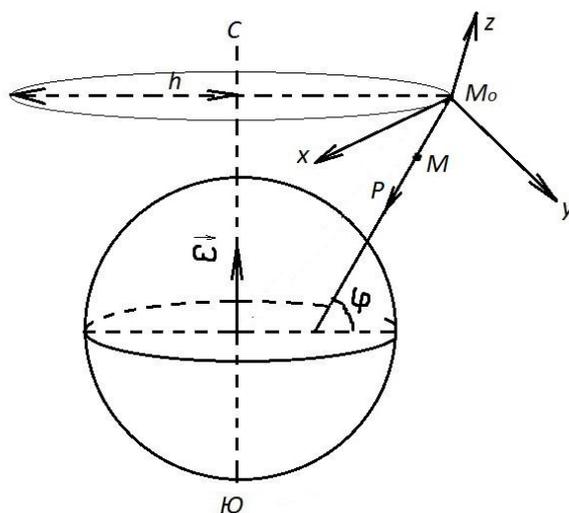
1. Барков А.П. Кто есть кто в робототехнике. Компоненты и решения для создания роботов и робототехнических систем. Выпуск 2 – [Электронный ресурс] – / Барсуков А.П. – Электрон. текстовые данные. – М.: ДМК Пресс, 2011. – 128 с.
2. Образовательная робототехника – [Электронный ресурс]: учебно-методический комплекс дисциплины/ – Электрон. текстовые данные. – Челябинск: Челябинский государственный педагогический университет, 2014. – 32 с.
3. Рыбаков Л.А. Роботы и робототехнические комплексы – [Электронный ресурс]: учебное пособие / Рыбак Л.А., Гапоненко Е.В., Мамаев Ю.А. – Электрон. текстовые данные. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2013. – 84 с.
4. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования – [Электронный ресурс] – Режим доступа:<http://минобрнауки.рф/документы/938>.
5. Халамов, В. Н. Робототехника в образовании / В. Н. Халамов // Всероссийский учебно-методический центр образовательной робототехники, 2013. – 24 с.
6. Кормилицына Т.В. Использование смарт-приборов в учебном процессе образовательного учреждения / Т.В. Кормилицына, А.В. Сидорова // Учебный эксперимент в образовании. – 2016. – № 1 (77). – С. 51–58.

# ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОМ ОПЕРАЦИОННОГО ИСЧИСЛЕНИЯ ВЛИЯНИЯ ВРАЩЕНИЯ ЗЕМЛИ НА СВОБОДНОЕ ПАДЕНИЕ ТЕЛ

**Ширяева Вероника Юрьевна**  
студент, НТИ (филиал) УрФУ,  
РФ, г. Нижний Тагил

**Дёмина Елена Леонидовна**  
научный руководитель, доц., НТИ (филиал) УрФУ,  
РФ, г. Нижний Тагил

Исследуем свободное падение материальной точки вблизи земной поверхности. Свяжем систему координат с положением тела, где ось  $z$  направлена по вертикали вверх, ось  $x$  – по касательной к окружности радиуса  $h$  (перпендикулярно к плоскости рисунка на нас), а ось  $y$  – в плоскости меридиана (в плоскости рисунка). Направление линии действия силы тяжести  $P$  называется вертикальным направлением в данной точке земной поверхности. Угол  $\varphi$ , образуемый вертикальным направлением с экваториальной плоскостью, называется географической широтой в данной точке земной поверхности.



Будем рассматривать свободное падение тела вблизи поверхности Земли, поэтому считаем, что сила тяжести  $g$  и широта  $\varphi$  постоянны.

Система уравнений, спроецированных на оси координат, при начальных

$$\text{условиях } \begin{cases} t = 0, \\ x = y = 0, \\ z = h, \\ \dot{x} = \dot{y} = \dot{z} = 0, \end{cases} \quad \text{имеет вид [3]:}$$

$$\begin{cases} \ddot{x} = 2\omega(\dot{z}a + \dot{y}b), \\ \ddot{y} = -2\omega\dot{x}\sin\varphi, \\ \ddot{z} = -g - 2\omega\dot{x}\cos\varphi, \end{cases}$$

где  $a = \cos\varphi$ ,  $b = \sin\varphi$ .

В [1] рассматривается решение данной системы с помощью степенных рядов.

В данной работе делается попытка решения этой задачи методом операционного исчисления [4; 5; 2].

Перейдем к изображениям:

$$x(t) \xleftarrow{\bullet} X(p), \quad \dot{x}(t) \xleftarrow{\bullet} pX(p), \quad \ddot{x}(t) \xleftarrow{\bullet} p^2X(p);$$

$$y(t) \xleftarrow{\bullet} Y(p), \quad \dot{y}(t) \xleftarrow{\bullet} pY(p), \quad \ddot{y}(t) \xleftarrow{\bullet} p^2Y(p);$$

$$z(t) \xleftarrow{\bullet} Z(p), \quad \dot{z}(t) \xleftarrow{\bullet} pZ(p), \quad \ddot{z}(t) \xleftarrow{\bullet} p^2Z(p);$$

$$g \xleftarrow{\bullet} \frac{g}{p}.$$

Применим преобразование Лапласа к каждому из уравнений системы:

$$\begin{cases} p^2 X(p) = 2\omega(paZ(p) + pbY(p)), \\ p^2 Y(p) = -2\omega pbX(p), \\ p^2 Z(p) = -\frac{g}{p} - 2\omega apX(p). \end{cases}$$

Для нахождения изображений неизвестных функций  $X(p)$ ,  $Y(p)$  и  $Z(p)$  решим систему следующих операторных уравнений:

$$\begin{cases} pX(p) - 2\omega bY(p) - 2\omega Z(p) = 0, \\ 2\omega bX(p) + pY(p) = 0, \\ 2\omega apX(p) + p^2Z(p) = -\frac{g}{p}. \end{cases}$$

По правилу Крамера имеем:

$$\Delta(p) = \begin{vmatrix} p & -2\omega b & -2\omega \\ 2\omega b & p & 0 \\ 2\omega ap & 0 & p^2 \end{vmatrix} = p^2(p^2 + 4\omega^2);$$

$$\Delta_1(p) = \begin{vmatrix} 0 & -2\omega b & -2\omega a \\ 0 & p & 0 \\ -\frac{g}{p} & 0 & p^2 \end{vmatrix} = -2g\omega a;$$

$$\Delta_2(p) = \begin{vmatrix} p & 0 & -2\omega a \\ 2\omega b & 0 & 0 \\ 2\omega ap & -\frac{g}{p} & p^2 \end{vmatrix} = \frac{g}{p} 4\omega^2 ab;$$

$$\Delta_3(p) = \begin{vmatrix} p & -2\omega b & 0 \\ 2\omega b & p & 0 \\ 2\omega ap & 0 & -\frac{g}{p} \end{vmatrix} = -gp - 4\omega^2 b^2 \frac{g}{p}.$$

Следовательно, изображения имеют вид:

$$\begin{cases} X(p) = -\frac{ag}{2\omega} \left[ \frac{1}{p^2} - \frac{1}{2\omega} \frac{2\omega}{p^2 + 4\omega^2} \right], \\ Y(p) = 4abg\omega^2 \left[ \frac{2}{2p^3} \frac{1}{4\omega^2} - \frac{1}{16\omega^2 p} + \frac{p}{16\omega^2(p^2 + 4\omega^2)} \right], \\ Z(p) = -\frac{2gb^2}{2p^3} - \frac{ga^2}{4\omega^2 p} + \frac{ga^2 p}{4\omega^2(p^2 + 4\omega^2)}. \end{cases}$$

Таким образом, получены следующие уравнения движения:

$$\begin{cases} x(t) = -\frac{ag}{4\omega^2}(2\omega t - \sin 2\omega t), \\ y(t) = \frac{gab}{2\omega^2}(\omega^2 t^2 - \sin^2 \omega t), \\ z(t) = -\frac{g}{2\omega^2}(b^2 \omega^2 t^2 + a^2 \sin^2 \omega t). \end{cases}$$

Разложив полученные уравнения в ряд по  $\omega t$ , имеем:

$$\begin{cases} x(t) = -\frac{ag}{2\omega} \left[ t - \frac{1}{2\omega} \left( \frac{2\omega t}{1!} - \frac{8\omega^3 t^3}{3!} + \frac{32\omega^5 t^5}{5!} - \dots \right) \right] = -\frac{ag\omega}{3} t^3 + \frac{ag\omega^3}{15} t^5 - \dots, \\ y(t) = 0, \\ z(t) = -\frac{gt^2}{2}(b^2 + a^2). \end{cases}$$

При  $\omega t \rightarrow 0$  система примет вид:

$$\begin{cases} x(t) = -\frac{ag\omega}{3} t^3, \\ y(t) = 0, \\ z(t) = -\frac{gt^2}{2}, \end{cases}$$

что согласуется с решением, полученным в [1].

Таким образом, траектория свободно падающего тела лежит в плоскости, перпендикулярной меридиану. Первое уравнение полученной системы указывает на отклонение тела от вертикали в сторону отрицательного отчета координаты  $x$ , т.е. с запада на восток.

Оценим отклонение материальной точки от осей координат на широте Нижнего Тагила, т.е. при  $\varphi = 57^\circ$ ,  $g = 9,81 \text{ м/сек}^2$ , при падении с высоты 12000 метров.

Имеем:

$$\begin{cases} y_{\text{смещ}} = 0, \\ x_{\text{смещ}} = -15,09 \text{ м}. \end{cases}$$

Таким образом, при свободном падении с высоты  $h=12000$  м на широте Нижнего Тагила материальная точка отклонится в восточном направлении на 15,09 м.

### **Список литературы:**

1. Бать М.И. Теоретическая механика в примерах и задачах. Том 2. Динамика / Джанелидзе Г.Ю., Кельзон А.С. – М.: Наука, 1966.
2. Демин С.Е. Операционное исчисление: учеб. пособие / С.Е. Демин, Е.Л. Демина. – Нижний Тагил: НТИ (филиал) УрФУ, 2012.
3. Дмитриевский А.А., Лысенко Л.Н. Внешняя баллистика: Учебник для студентов вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2005.
4. Пантелеев А.В. Теория функции комплексного переменного и операционного исчисления в примерах и задачах / А.В. Пантелеев, А.С. Якимова. – М.: МАИ, 1998.
5. Свешников А.Г. Теория функций комплексной переменной / А.Г. Свешников, А.Н. Тихонов. – М.: Наука, 1979.

*ДЛЯ ЗАМЕТОК*

**МОЛОДЕЖНЫЙ НАУЧНЫЙ ФОРУМ:  
ТЕХНИЧЕСКИЕ  
И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ**

*Электронный сборник статей по материалам XLI студенческой  
международной заочной научно-практической конференции*

№ 1 (41)  
Январь 2017 г.

В авторской редакции

Издательство «МЦНО»  
127106, г. Москва, Гостиничный проезд, д. 6, корп. 2, офис 213

E-mail: [mail@nauchforum.ru](mailto:mail@nauchforum.ru)

