



**НАУЧНЫЙ
ФОРУМ**
nauchforum.ru

ISSN 2618-9402



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

**ТЕХНИЧЕСКИЕ И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ.
СТУДЕНЧЕСКИЙ НАУЧНЫЙ ФОРУМ
№ 6(17)**

г. МОСКВА, 2019



ТЕХНИЧЕСКИЕ И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ. СТУДЕНЧЕСКИЙ НАУЧНЫЙ ФОРУМ

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

№ 6 (17)
Июнь 2019 г.

Издается с февраля 2018 года

Москва
2019

УДК 62+51
ББК 30+22.1
Т38

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 – кандидат медицинских наук, рецензент АНС «СибАК»;

Елисеев Дмитрий Викторович – кандидат технических наук, доцент, начальник методологического отдела ООО "Лаборатория институционального проектного инжиниринга";

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

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

Карпенко Татьяна Михайловна – кандидат философских наук, рецензент АНС «СибАК»;

Костылева Светлана Юрьевна – кандидат экономических наук, кандидат филологических 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;

Т38 Технические и математические науки. Студенческий научный форум. Электронный сборник статей по материалам XVII студенческой международной научно-практической конференции. – Москва: Изд. «МЦНО». – 2019. – № 6 (17) / [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: [http://www.nauchforum.ru/archive/SNF_tech/6\(17\).pdf](http://www.nauchforum.ru/archive/SNF_tech/6(17).pdf)

Электронный сборник статей XVII студенческой международной научно-практической конференции «Технические и математические науки. Студенческий научный форум» 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.

Оглавление

Секция 1. Технические науки	7
ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЯ Артемьев Вячеслав Викторович Стасенко Дмитрий Леонидович	7
БЕСКОНТАКТНЫЕ ЩЕЛЕВЫЕ УПЛОТНЕНИЯ ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ГИБРИДНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ МАШИНАХ Грибанов Сергей Вячеславович Щерба Виктор Евгеньевич	13
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММИРУЕМЫХ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕМ ВЕНТИЛЬНЫХ МАТРИЦ В ГЕТЕРОГЕННЫХ МОБИЛЬНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ АРХИТЕКТУРАХ Евсик Андрей Станиславович Швецов Николай Иванович	17
ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО МАРШРУТА МОБИЛЬНОГО ОБЪЕКТА В РАСПРЕДЕЛЕННОМ ИНФОРМАЦИОННОМ ПРОСТРАНСТВЕ Елизаров Алексей Юрьевич	21
УСИЛЕНИЕ ФУНДАМЕНТОВ СУЩЕСТВУЮЩИХ ЗДАНИЙ С ПОМОЩЬЮ САМОЗАБУРИВАЕМЫХ ВИНТОНАБИВНЫХ МИКРОСВАЙ Залеский Дмитрий Валерьевич Голуб Наталья Дмитриевна Лаптев Андрей Григорьевич Жывалевская Ирина Викторовна	28
ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОНОМНОЙ ГАЗОВОЙ КОТЕЛЬНОЙ С ПОДБОРОМ ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ РАБОТЕ ВОДОГРЕЙНЫХ КОТЛОВ Ковалев Сергей Владимирович Владыкин Анатолий Анатольевич	32
НЕЙРОСЕТЕВЫЕ МЕТОДЫ ПРОГНОЗА ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ Кругликов Артём Игоревич Уртенев М.Х.	37

«ПОВЫШЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ЖАРОПРОЧНЫХ СПЛАВОВ ЛОПАТОК ГТД» Маркова Екатерина Владимировна Фоменко Роман Николаевич	40
ОБЗОР ПРИБОРОВ УЧЕТА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ БЫТОВЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ Неаронов Дмитрий Владимирович Дягилев Александр Александрович	47
РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ АДАПТИВНОГО ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ПСИХОТИВОВ ЛИЧНОСТИ Пак Вячеслав Вячеславович Сербин Василий Валерьевич	53
АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ДЕРЕВООБРАБОТКИ Ахметзянов Альберт Фанисович Позолотин Степан Олегович	60
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СЕРВИСА BUBBLE ДЛЯ РЕШЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ БЕЗ ПРОГРАММИРОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ Поклад Кирилл Вадимович Юнов Сергей Владленович	64
АЛГОРИТМЫ ДЛЯ АНАЛИЗА ОТВЕТОВ ОТКРЫТЫХ ВОПРОСОВ ТЕСТИРОВАНИЯ Сейітжанов Мадияр Қайратұлы Сербин Василий Валерьевич	69
АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ВЫБОР УСТАВОК ЦИФРОВОЙ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ ТРАНСФОРМАТОРОВ Смагин Кирилл Александрович Галстян Размик Арманович Цыгулев Николай Иосифович Хлебников Владимир Константинович	76
РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЕМ БОРЩЕВИКА СОСНОВСКОГО ПУТЕМ ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ В БИОТОПЛИВО ИЛИ УНИЧТОЖЕНИЕМ ГЕРБИЦИДАМИ Смирнова Алена Евгеньевна Фоменко Роман Николаевич	85

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА СИСТЕМ ОБРАБОТКИ ВОЗДУХА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОТДЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ ВОЗДУХОВОДОВ Сысоев Даниил Андреевич Панфилов Виталий Иванович	91
АВАРИЙНЫЕ РАЗЛИВЫ СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА: ХАРАКТЕРИСТИКА РАЗЛИВОВ И МЕРЫ ПО ИХ ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ Ткаченко Виктор Александрович	97
ТЕХНОЛОГИИ НАНЕСЕНИЯ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛЕЙ ГОРЯЧЕГО ТРАКТА ГТД Туль Полина Алексеевна	101
ОПЕРАТИВНАЯ ОЦЕНКА НЕВОВЛЕЧЕННЫХ ЗАПАСОВ БЕЗЫМЯННОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ Турабаева Александра Викторовна Белкина Валентина Александровна	106
АНАЛИЗ КОМПЛЕКСА ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ, С ЦЕЛЬЮ ДЕТАЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ Турабаева Александра Викторовна Белкина Валентина Александровна	110
ПОИСКОВЫЕ КРИТЕРИИ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ПОРОД ФУНДАМЕНТА Турабаева Александра Викторовна Белкина Валентина Александровна	115
ОБЗОР ПРОТОКОЛОВ СВЯЗИ В ПРОМЫШЛЕННЫХ СЕТЯХ Харитонов Виктор Сергеевич Никулин Владимир Валерьевич	120
ВИДЫ И УСТРОЙСТВА ГАЗОВЫХ КОЛПАКОВ Хомяк Олег Евгеньевич Щерба Виктор Евгеньевич	127
ОСНОВНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ПЕРЕЕЗДЕ НА ПРИМЕРЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПЕРЕЕЗДА «МЕЛЬКОМБИНАТ» В ГОРОДЕ КУНГУРЕ Чуприков Илья Николаевич Лунегова Анастасия Антоновна	132

ПАТЕНТНО-ИНФОРМАЦИОННЫЙ ОБЗОР ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИКИ СБОРА РАЗЛИТЫХ НЕФТЕПРОДУКТОВ Яковлев Алексей Сергеевич	137
ВИДЫ КИСЛОТНЫХ ОБРАБОТОК ПРИЗАБОЙНОЙ ЗОНЫ СКВАЖИНЫ Яковлев Алексей Сергеевич	140
Секция 2. Физико-математические науки	143
ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛЕБАНИЙ СТРУН МУЗЫКАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ Бугаенко Валерия Андреевна Караваев Максим Анатольевич Кимля Илья Евгеньевич Локис Никита Алексеевич Семенов Олег Юрьевич	143
ОБОБЩЕНИЕ КЛАССОВ ПОСТА НА СЛУЧАЙ ТРЕХЗНАЧНОЙ ЛОГИКИ Габутдинова Кадрия Сагитовна	153
МАТЕМАТИКА В ИНЖЕНЕРИИ Галкин Александр Сергеевич Лебедева Софья Александровна Молодкина Людмила Александровна	159
ИСТОРИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ОПЕРАЦИОННОГО ИСЧИСЛЕНИЯ И ВКЛАД УЧЁНЫХ В ЕГО РАЗВИТИЕ Лысенко Ирина Владимировна Иванова Ксения Романовна Сербина Людмила Ивановна	164
РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА ГОМОМОРФНОГО ШИФРОВАНИЯ Оганисян Тигран Саядович Сысоев Евгений Алексеевич Тишин Владимир Викторович	170

СЕКЦИЯ 1.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЯ

Артемьев Вячеслав Викторович

*студент, Гомельский государственный технический университет
имени П.О. Сухого.
РБ, г. Гомель*

Стасенко Дмитрий Леонидович

*научный руководитель, канд. техн. наук, доцент, Гомельский государственный
технический университет имени П.О. Сухого,
РБ, г. Гомель*

Введение

Рабочие температуры масел изменяется в широком диапазоне в зависимости условия эксплуатации распределителя. т.е. при запуске отрицательная температура, а в летний период могут достигать 70 град. При высоких темпер вязкость уменьшается, в следствии чего растут утечки, не верно выбранный зазор может привести к заклиниванию.

Т.о. анализ влияния вязкости рабочей жидкости на характеристики гидрораспределителя является важной и актуальной задачей.[1]

Целью работы является изучение влияния температуры рабочей жидкости на утечку и усилие перемещение золотника.

Основная часть

В качестве исследуемого образца выбран распределитель (рис.1) типа 4/2-ходовой, электромагнитный с пружинным возвратом [2].



Рисунок 1. Общий вид распределителя

Технические характеристики:

- Рабочее давление 6 МПа (60 бар)
- Максимально допустимое давление 12 МПа (120 бар)
- 24 В постоянного тока
- 6.5 Вт выход
- Электрическое соединение: гнездо безопасности 4 мм
- Диаметр условного прохода 4 мм.

Исследование проводилось для масла И-30А, вязкость которого изменяется от температуры $T=(0...60) \text{ } ^\circ\text{C}$ [3]

Исследование проходило в два этапа.

Первый это практический этап. На котором собиралась схема испытания распределителя (рис.3) и проводились измерения давления, расхода и температуры.

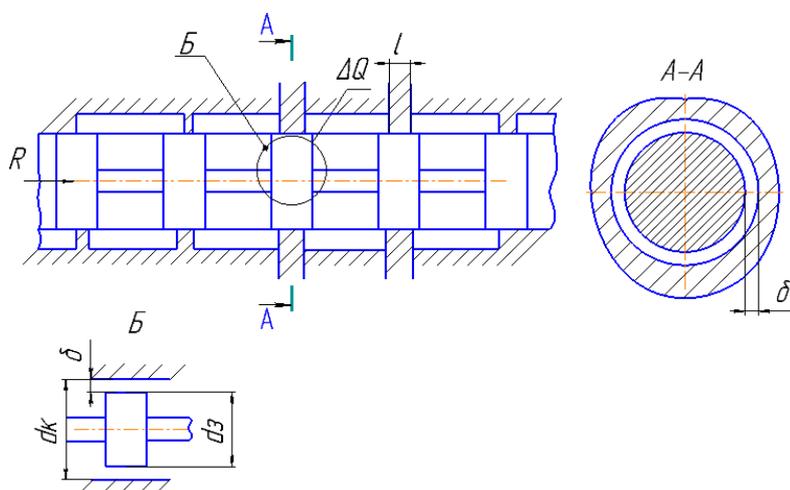


Рисунок 2. Золотник в корпусе распределителя

Сила вязкого трения[4]:

$$R = v \cdot \rho \cdot \frac{x}{\delta} \cdot h_3$$

где v - скорость перемещения золотника, м/с

ρ - плотность жидкости, кг/м³

x - кинематическая вязкость, сСт

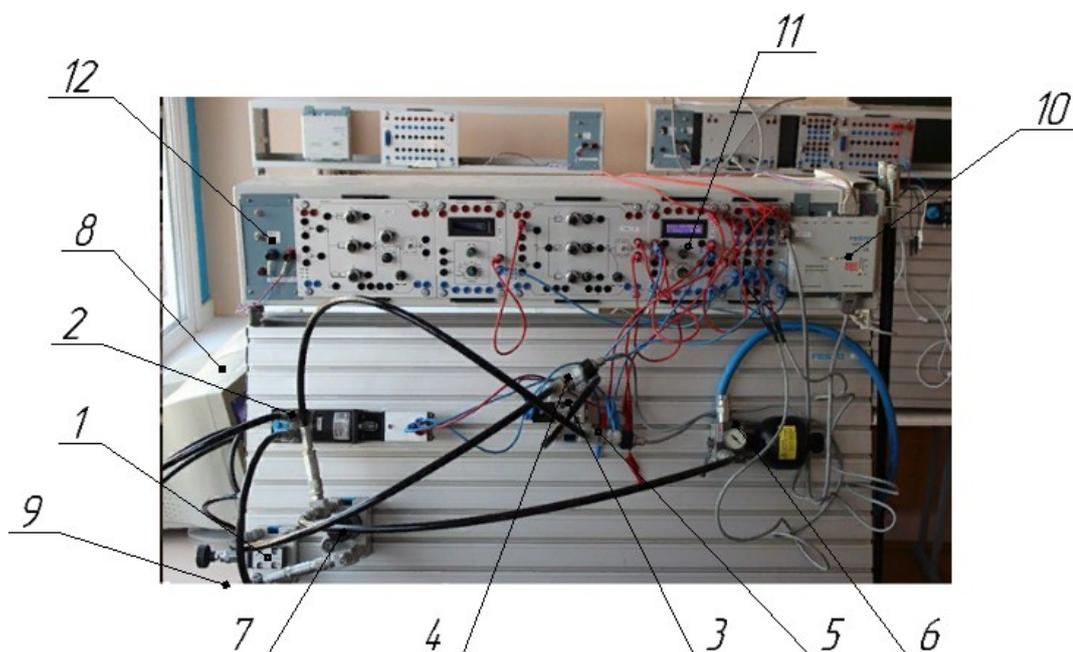
h_3 -ход золотника, м

Утечки в гидрораспределителе определяются [3]:

$$\Delta Q = \frac{\pi \cdot P \cdot \delta^3 \cdot d_3}{12 \cdot x \cdot \rho \cdot l}$$

где l - длина зазора, м.

Основное влияние на усилие перемещение золотника и утечку рабочей жидкости, кроме ее вязкости, оказывает зазор между корпусом и золотником.[4]



1 – клапан давления, 2 – расходомер (0 - 10 В, 0-10 л/мин), 3 – испытуемый распределитель, 4 – датчик температуры (20 – 30 В, 0-100 °С) 5 – датчик давления (15 – 30 В, 10 МПа) , 6 – аккумулятор (6 МПа)., 7 –фильтр (5мкм) , 8 – персональный компьютер (ПК), 9 – насосная станция, 10 – аналоговый преобразователь обеспечивающий связь с ПК., 11 – устройство управления пропорциональным магнитом , 12 – блок питания.

Рисунок 3. Стенд испытаний распределителя

Под действием давления и температуры рабочей жидкости происходит изменение зазора δ , который [4]:

$$\delta = \delta_0 + \frac{d_3}{20} \cdot \Delta\alpha \cdot \Delta T + \frac{P \cdot d_3}{200E} \cdot \left(\frac{d_k^2 + d_3^2}{d_k^2 - d_3^2} + \mu \right)$$

где δ_0 - диаметральный зазор; мкм

d_k, d_3 - диаметры золотника и корпуса (гильзы), м

$\Delta\alpha = \alpha_1 - \alpha_2$ - разность коэффициентов линейного расширения материалов сопряженных деталей корпуса и золотника, 1/град.

ΔT - разность между температурой материала сопряженных деталей и исходной температурой, град.

P - давление в гидрораспределителе, МПа.

E - модуль объемной упругости корпуса распределителя, Н/м²

μ - коэффициент Пуассона.

Для работы стенда задавались следующие параметры: температура жидкости. Для обеспечения низких температур (0-10°C) рабочей жидкости гидростанция вынесена из помещения.

В качестве контролируемых параметров были выбраны следующие: давление, расход, температура, время, контроль за которыми осуществлялся с использованием датчиков (рис.3) и программного обеспечения FluidSIM-H (рис.4).

Установлено что с ростом температуры в системе сила необходимая на перемещение золотника падает. Изменение силы можно определить по зависимости следующего вида $R = 158 \cdot e^{-0,032T}$. Из графика зависимости утечек от температуры видно, что с увеличением утечек падает температура, величина которых линейно увеличивается и может быть определена по зависимости $Q = 17,6 \cdot T + 13$.

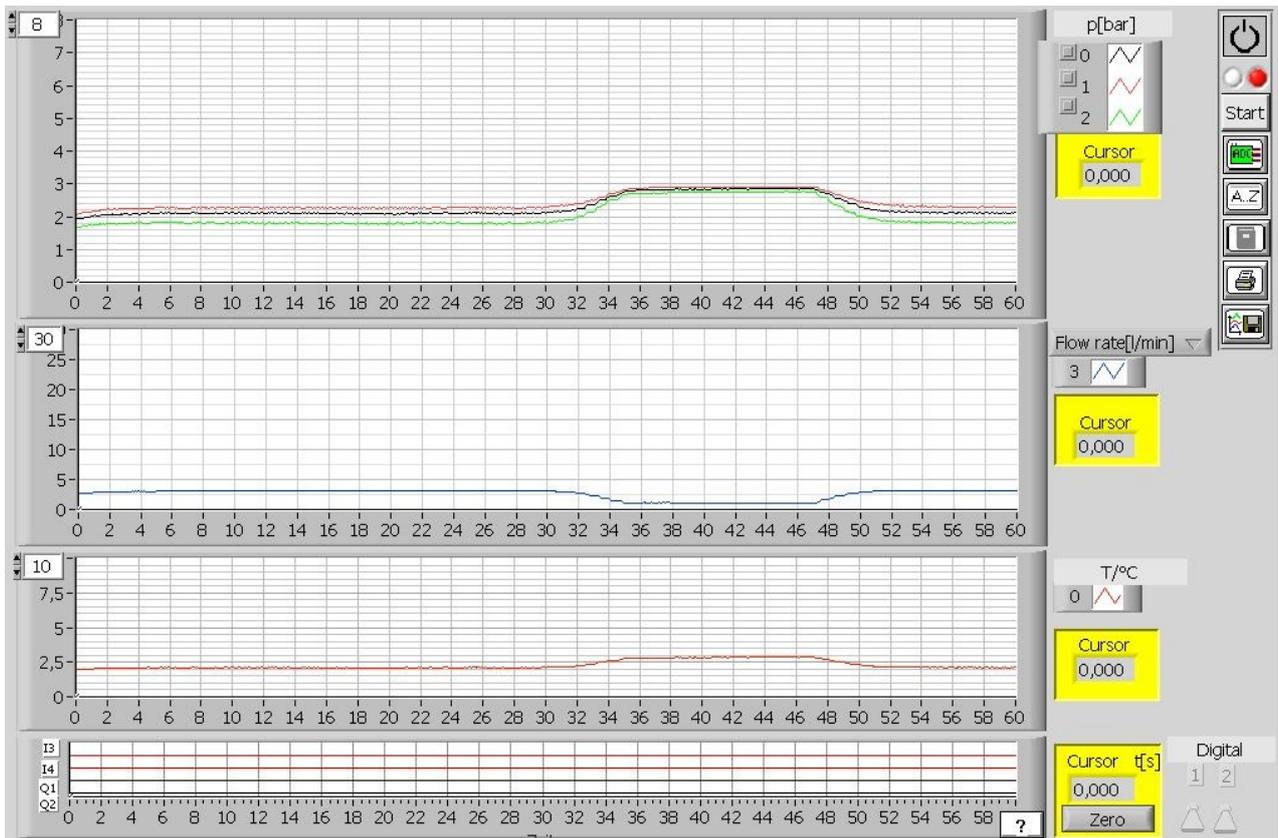


Рисунок 4. Скриншот измерений в программе FluidSIM-H

В результате проведенных экспериментальных исследований установлены функциональные зависимости сил вязкого трения на золотнике и утечек от температуры рабочей жидкости (рис.5).

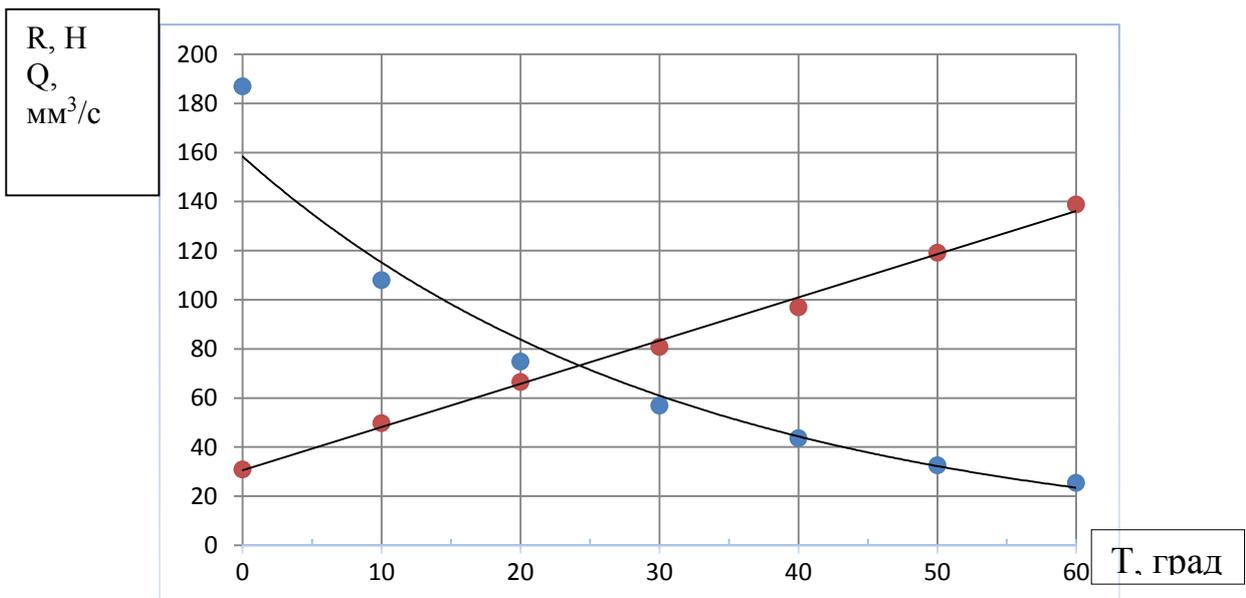


Рисунок 5. Графики зависимости: а) силы вязкого трения от температуры жидкости б) утечек от температуры жидкости

Заключение

1) В результате испытаний распределителя на зависимость силы трения и утечки от температуры получено что для оптимальной работы испытуемого распределителя оптимальный диапазон температур составляет 20 - 30°C, т.к. при этих условиях обеспечивается минимальная сила вязкого трения с 57-75 Н, а утечки наоборот увеличиваются с 67-80 мм³/с. перемещения золотника при минимальной утечки жидкости.

2) Установили математические зависимости изменения сил и утечки от температуры распределителя типа 4/2-ходовой, электромагнитный с пружинным возвратом.

Список литературы:

1. Аппаратура объемных гидроприводов: Рабочие процессы и характеристики/ Ю. Л. Кирилловский, Ю. Г. Колпаков. – М.: Машиностроение, 1990. – 272 с.:ил.
2. Электронный каталог продукции Festo-didactic 2019
3. Исследование и расчет гидравлических систем. Под ред. Л. П. Стрелецкая – изд. «Машиностроение». Москва 1964 г. – 388 с.: ил.
4. Справочник по гидравлическим расчетам. Под редакцией П. Г. Киселева. Изд. 4-е, переработ. и доп. М., «Энергия», 1972.

БЕСКОНТАКТНЫЕ ЩЕЛЕВЫЕ УПЛОТНЕНИЯ ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ГИБРИДНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ МАШИНАХ

Грибанов Сергей Вячеславович

*студент, Омский государственный технический университет,
РФ, г. Омск*

Щерба Виктор Евгеньевич

*научный руководитель, профессор, д-р техн. наук,
Омский государственный технический университет,
РФ, г. Омск*

Гибридная энергетическая машина сочетает в себе компрессор и насос которые находятся в одном корпусе. Над поршнем находится компрессорная полость, а под поршнем насосная. Для герметизации рабочих полостей в данной конструкции применяют бесконтактные уплотнения.

Бесконтактные уплотнения создают между герметизирующими полостями минимально возможный зазор – щель, в котором осуществляется дросселирование рабочей жидкости. Расход жидкости через щель зависит от значения перепада давлений между герметизирующими полостями, а также от площади щели, которая определяется величиной зазора и длиной щели.

Щелевые уплотнения могут выполняться как с радиальными, так и с осевыми зазорами. Утечки жидкости через уплотнение являются большими [1, с. 3]. Уменьшения щели можно произвести путем нанесения на неподвижную деталь мастики на порошкообразном графите.

Уплотнения предназначены для снижения перетечек рабочей среды и устанавливаются между полостями, заполненными жидкостью или газом, но с разными давлениями. Надежная изоляция полостей возможна лишь при контактных уплотнениях.

В качестве бесконтактных уплотнений используют гладкое щелевое и ступенчатое уплотнение.

Недостаток щелевого уплотнения - высокая стоимость изготовления сопрягаемых деталей и возможность зарастания щели.

Поршневое концентрическое уплотнение представляет прямой участок без каких-либо неровностей. При работе агрегата в процессе нагнетания жидкости при давлении P_1 в насосной секции, жидкость под давлением перетекает через щель δ_1 в полость компрессора, где происходит процесс всасывания при давлении P_2 , такое направление течения жидкости принято называть прямым.

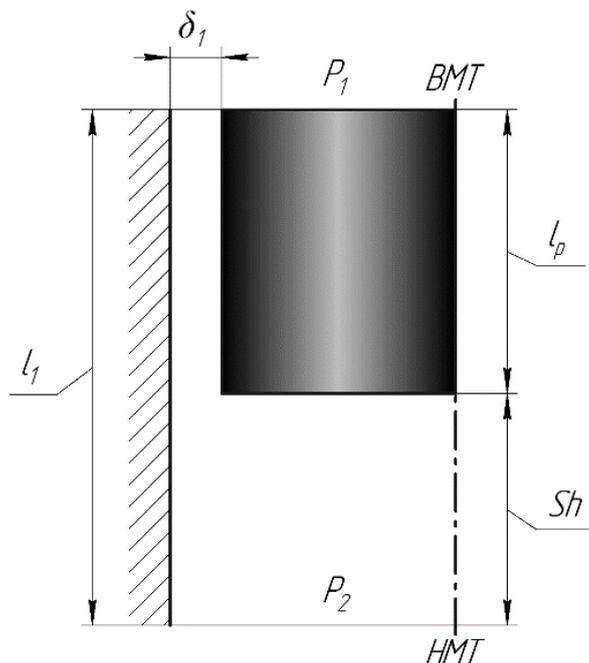


Рисунок 1. Гладкое концентрическое щелевое уплотнение



Рисунок 2. Принципиальная схема действия концентрической щели

В ступенчатом поршневом уплотнении при ходе поршня от ВМТ к НМТ длина щели с величиной зазора δ_1 уменьшается, а длина щели с величиной зазора δ_2 , увеличивается [2, с. 46]. Что приводит к снижению общего гидравлического сопротивления щели. Очевидно, что при ходе поршня вниз в компрессорной секции происходит расширение и всасывание, а в насосной секции сжатие и нагнетание жидкости. За счет возникающего перепада давления жидкость перетекает из насосной в компрессорную секцию. По мере движения поршня перепад давления остается постоянным, а гидравлическое

сопротивление щели уменьшается, что вызывает повышение расхода жидкости через уплотнение.

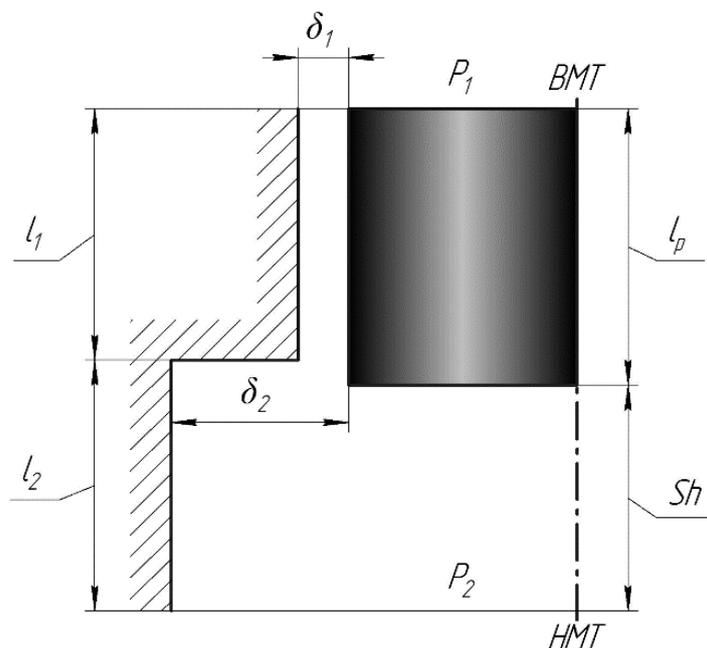


Рисунок 3. Ступенчатое щелевое уплотнение

Наиболее часто в практических ситуациях уплотнение устанавливается с эксцентриситетом, это означает что поршень в цилиндре расположен не концентрично, тем самым его эксцентриситет меняется по углу поворота коленчатого вала. Данная конструкция сложна в изготовлении, а также отличается относительно малым сроком службы по сравнению с концентричным щелевым уплотнением ступенчатого вида.

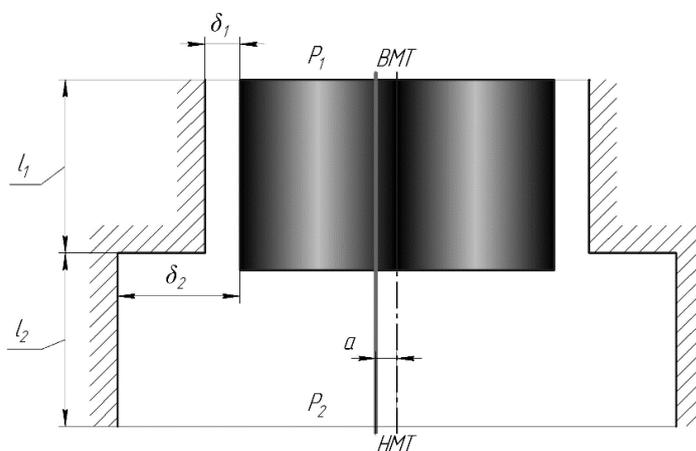


Рисунок 4. Эксцентричное расположение щелевого уплотнения ступенчатого вида

В современных машинах наиболее предпочтительно используется ступенчатое уплотнение так как в нем обеспечивается разность расходов в прямом и обратном направлении жидкости.

Список литературы:

1. Щелевые и лабиринтные уплотнения гидроагрегатов/ Г.А. Никитин / Машиностроение. – 1982.
2. Разработка и исследование поршневого уплотнения, выполненного в виде гладкой щели ступенчатого вида, для поршневой гибридной энергетической машины объемного действия / В. Е. Щерба, Е. А. Лысенко, Г. А. Нестеренко, А. В. Григорьев, А. Ю. Кондюрин, А. М. Баженов // Химическое и нефтегазовое машиностроение. – 2016. – № 4.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММИРУЕМЫХ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕМ ВЕНТИЛЬНЫХ МАТРИЦ В ГЕТЕРОГЕННЫХ МОБИЛЬНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ АРХИТЕКТУРАХ

Евсик Андрей Станиславович

*студент, Северо-Кавказский федеральный университет,
РФ, г. Ставрополь*

Швецов Николай Иванович

*научный руководитель, канд. техн. наук, доцент,
Северо-Кавказский федеральный университет,
РФ, г. Ставрополь*

На сегодняшний день мобильные системы намного умнее, чем когда-либо. Современные мобильные устройства (смартфоны, планшетные компьютеры, а также некоторые медиаплееры и даже фотоаппараты) выполняют огромное количество функций помимо тех, для которых непосредственно предназначены. Так, с помощью сотового телефона можно делать фотографии и выходить в Интернет, с помощью фотоаппаратов – размещать изображения в социальных сетях и т.п.

Кроме того, мобильные устройства являются самой активно развивающейся игровой платформой. Все это приводит к тому, что разработчики постоянно расширяют аппаратные возможности своих продуктов, добавляя в них компоненты, применение которым находится далеко не сразу.

Одним из классов таких компонентов являются разнообразные датчики и сенсоры, которыми оснащены современные мобильные устройства. К примеру, датчики изображения поддерживают следующие функции: распознавание жестов и лиц, отслеживание глаз, приближение и восприятие движения. Датчики здоровья контролируют ЭКГ, ЭЭГ, ЭМГ и температуру пользователя. Звуковые датчики позволяют распознавать голос, обнаруживать фразы и преобразовывать их в текст.

И если часть из них (такие, как датчик освещенности или приближения) помогают устройству выполнять свои основные функции, то потенциал

некоторых раскрывается только при использовании специального программного обеспечения.

Большинство ПО в настоящий момент включают в себя контекстно-зависимые системы, которые позволяют использовать интеллектуальные решения, способствующие выполнению задач без запроса пользователя. Например, датчики температуры, инфракрасного излучения, сердцебиения и давления могут оценивать риски для здоровья и отслеживать состояние пользователя в опасных условиях.

Датчики приближения и света могут изменять параметры дисплея по мере изменения условий окружающей среды.

Внедрение новых возможностей оказывает значительное влияние на проектирование системы. Для оптимизации процесса принятия решений устройства должны как можно быстрее собирать, передавать и анализировать данные. Чем быстрее система реагирует, тем точнее она может адаптироваться к резко меняющимся условиям.

Поскольку контекстно-зависимые системы должны быть всегда активны для отслеживания изменений в окружающей среде, они представляют собой потенциально значительную проблему энергосбережения.

Для решения этой задачи все большее число разработчиков внедряют архитектуры мобильных гетерогенных вычислений. Как следует из названия, гетерогенные архитектуры используют разные типы процессоров.

Помимо использования только одного центрального или графического процессора (далее ЦП и ГП), в гетерогенной архитектуре можно добавить интегральную схему специального назначения (далее ASIC) или программируемую пользователем вентильную матрицу (далее ППВМ) для выполнения обработки достаточно специализированных задач.

Одна из основных причин, по которой разработчики переходят на мобильные гетерогенные вычисления, заключается в том, что они дают возможность переложить повторяющиеся вычислительные задачи на наиболее эффективные ресурсы обработки в целях снижения энергопотребления.

Например, одним из ключевых различий между ГП, ЦП и ППВМ является метод обработки данных. Центральные процессоры обычно работают последовательно, выполняя один расчет за другим. Если стоит задача уменьшить задержку системы, чтобы реагировать на показания датчиков в режиме реального времени, то необходимо использовать мощности ЦП или ГП и в следствие чего увеличить потребление энергии, что не является оптимальным решением. ППВМ позволяют системе выполнять параллельные вычисления, тем самым, снижать энергопотребление, особенно в повторяющихся вычислительно-интенсивных задачах.

Помимо оптимизации работы устройства, быстрое развитие и распространение датчиков и дисплеев в современных мобильных устройствах представляет новые проблемы с точки зрения интерфейсов ввода-вывода. Инженеры должны интегрировать датчики и дисплеи с растущим разнообразием интерфейсов, включая и устаревшие системы, использующие собственные или пользовательские решения.

Тот факт, что ППВМ до сих пор использовались редко для этих задач, можно объяснить распространенным заблуждением: многие разработчики считают ППВМ относительно большими устройствами. Однако, это не всегда так. В связи с усовершенствованием технологического процесса производители полупроводниковых изделий могут предложить ППВМ площадью всего лишь $1,96 \text{ мм}^2$ [5]. Эти компактные устройства отличаются относительно небольшим количеством интерфейсов ввода-вывода, но в большинстве разработок этого вполне достаточно. Например, для оптимального использования интерфейсов можно объединить несколько датчиков в один канал для формирования операций ввода-вывода. В настоящее время разработчики могут использовать ППВМ площадью от $1,96 \text{ мм}^2$ (т.е. $1,4 \times 1,4 \text{ мм}$) для реализации простых функций в виде RFFE-интерфейса, который позволяет эффективно управлять многорежимными и многодиапазонными антеннами, и до $6,25 \text{ мм}^2$ для более сложного применения в области компьютерного зрения, способных поддерживать передачу видео 4K[4].

ППВМ низкой плотности предлагают ряд других преимуществ в текущем поколении интеллектуальных систем. Во многих случаях проектировщики могут использовать ППВМ низкой плотности или программируемые ASSP, построенные на основе ППВМ, для агрегирования данных с нескольких датчиков на одну шину или мост между несколькими разрозненными интерфейсами. С их перепрограммируемым вводом-выводом, эти ППВМ способны поддерживать большое разнообразие подключений, буферизаций и отображения данных.

Появление и быстрое внедрение недорогих интерфейсов MIPI, таких как CSI-2 и DSI, помогли упростить эту задачу.

Данные становятся все более ценным товаром в современном мире. Системы полагаются на быстро расширяющийся массив датчиков для поддержки постоянно растущего списка функций.

При этом данные полезны только в том случае, если могут быть получены, переданы и проанализированы быстро и эффективно.

Используя последние достижения в области интерфейсов рынка мобильных вычислений вместе с присущими преимуществами программируемой логики низкой плотности в архитектурах мобильных гетерогенных вычислений, разработчики могут оптимизировать способность своих систем собирать, передавать и анализировать этот ключевой ресурс.

Список литературы:

1. Норенков И.П. Основы автоматического проектирования: Учеб. пособие для вузов. - М.: изд-во МГТУ, 2012. – 389 с.
2. Поляков А. К. Языки VHDL и VERILOG в проектировании цифровой аппаратуры. - М.: СОЛОН-Пресс, 2003. – 314 с.
3. Грушвицкий Р.И., Мурсаев А.Х. Угрюмов Е.П. Проектирование систем на микросхемах программируемой логики. 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2006. – 800 с.
4. Brewer E.A., Katz R.H. A Network Architecture for Heterogeneous Mobile Computing. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа. – URL: studylib.net/doc/14170140/a-network-architecture-for-heterogeneous-mobile-computing (Дата обращения 02.05.2019).
5. Lattice introduces iCE40 UltraPlus high-performance low-power FPGAs. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа. – URL: www.eetimes.com/document.asp?doc_id=1331054 (Дата обращения 02.05.2019).

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО МАРШРУТА МОБИЛЬНОГО ОБЪЕКТА В РАСПРЕДЕЛЕННОМ ИНФОРМАЦИОННОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Елизаров Алексей Юрьевич

*студент, Оренбургский государственный университет,
РФ, г. Оренбург*

Аннотация. В данной статье произведена оценка эффективности программного средства определения оптимального маршрута мобильного объекта. Для этого были проанализированы риски, исходя из конкретных угроз информационной безопасности, отнесенных к маршруту, по которому движется мобильный объект. Полученные значения были введены в программное средство определения оптимального маршрута, и затем, с помощью методики оценки оптимальности, определены на сколько корректно программа определила оптимальный маршрут.

Ключевые слова: распределенное информационное пространство, мобильный объект, маршрут, эффективность, оптимальность.

Оценка эффективности программного средства определения оптимального маршрута необходима для того, чтобы выяснить правильность работы программного средства, а также, непосредственно, узнать на сколько данное программное средство эффективно при определении оптимального маршрута мобильного объекта с учетом рисков угроз информационной безопасности.

- Определить методику оценки эффективности программного средства;
- Определить маршрут, на котором будет проводиться эксперимент;
- Оценить участки маршрута, по которому будет двигаться объект;
- Определить, с помощью программного средства, оптимальные маршруты;

- Оценить с помощью методики оптимальность выбранного маршрута, тем самым подтвердив эффективность программного средства.

Для того, чтобы оценить риск информации, анализируются все угрозы, действующие на мобильный объект, и уязвимости, через которые возможна реализация угроз.

Исходя из введенных специалистом данных, строится модель угроз, актуальных для мобильного объекта данных.

Цель проводимого анализа рисков заключается в определении характеристик рисков маршрута и его ресурсов. Результаты анализа рисков будут использоваться в рамках мероприятий по оценке эффективности разработанного метода.

Ущерб от угрозы (U) показывает количество материальных средств, которое может быть потеряно в случае влияния реализации угрозы, т.е. как сильно реализация угрозы информационной безопасности повлияет на данный информационный ресурс.

Вероятность реализации угрозы (P) – степень возможности реализации угрозы в тех или иных условиях.

Риск рассчитывается по формуле 1: [1]

$$R_i = P_i * U_i \quad (1)$$

где R_i – риск передачи информации;

P_i – вероятность реализации угрозы на данном участке маршрута;

U_i – ущерб от утечки информации при реализации угрозы;

i – номер связи между узлами маршрутной сети.

Для оценки эффективности при выборе оптимального варианта (оптимизации), чаще всего показателем служит прибыль или избежание потерь.

Для оценки эффективности выбора маршрута, будем рассчитывать меру риска. Мету риска принято рассчитывать через: [2]

- Среднее ожидаемое значение M ;
- Среднеквадратичное отклонение S ;

Величина:

$$V = \frac{S}{M}, \quad (2)$$

V – коэффициент вариации, определяет степень разброса ущерба, чем больше разброс, тем больше потерь удастся избежать за счет выбора оптимального маршрута (Менее рискованный маршрут). Коэффициент вариации показывает, какой из двух возможных исходов более оптимальный.

Рассчитывается данный коэффициент следующим образом, предположим, у нас осталось из всех возможных вариантов всего два, А и В. Эти варианты обеспечивают определенную величину Ma и Mb . Соответственно, среднеквадратичные отклонения равны Sa и Sb .

На основании этого, при сравнении этих двух параметров, возможны следующие варианты:

- если $Ma = Mb$ и $Sa < Sb$, то следует выбирать вариант А;
- если $Ma > Mb$ и $Sa < Sb$, то следует выбирать вариант А;
- если $Ma > Mb$ и $Sa = Sb$, то следует выбирать вариант А;
- если $Ma > Mb$ и $Sa > Sb$, то следует выбирать вариант В;
- если $Ma < Mb$ и $Sa < Sb$, то следует выбирать вариант В.

Математическое ожидания на основе риска рассчитывается по следующей формуле (3)

$$M = \sum_{i=1}^n Pi * Ui, \quad (3)$$

Где n – это количество участков маршрута (путей, исходов) в маршруте.

Среднеквадратичное отклонение вычисляется по формуле 17:

$$S = \sqrt{\sum_{i=1}^n Pi * (Ui - M)^2}, \quad (4)$$

Проанализировав все риски из банка данных угроз ФСТЭК, было принято решение, что для данного маршрута и мобильного объекта, выбранного на этом маршруте, актуальной угрозой является: УБИ.206. Угроза отказа в работе оборудования из-за изменения геолокационной информации о нем. [2]

Для оценки данной угрозы были определены параметры каждого участка маршрута, а именно: P – вероятность реализации угрозы, U – ущерб от реализации угрозы и Z – затраты на снижения риска.

Кроме того, на основании параметров выше были рассчитаны M – математическое ожидание, S – среднеквадратичное отклонение и V – коэффициент вариации. Коэффициент вариации покажет на сколько оптимальный путь менее рискованный и безопасный в плане ущерба.

Необходимо отметить, что данная угроза имеет влияния на мобильный объект в местах, где из-за различных факторов (погода, преграды, ямы, помехи) не удаётся получить данные со спутника об расположении объекта или не удаётся передать информацию о местоположении диспетчеру. На основании этого, с помощью программного средства определены риски, на рисунке 2 представлены работа программного средства по данной угрозе. [3]

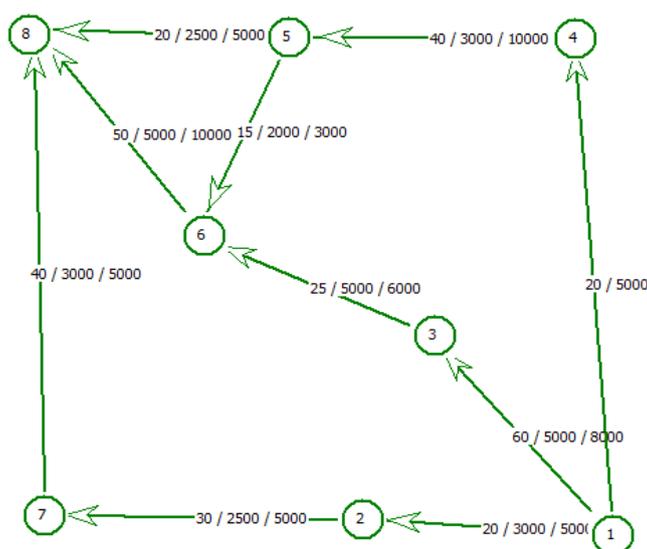


Рисунок 2. График определения оптимального маршрута в программном средстве по угрозе УБИ.206

Расчеты по рискам в программном средстве представлены на рисунке 3. [3]

Расчет рисков
 1 2 7 8 - Риск = 2550 Затраты = 15000
 1 3 6 8 - Риск = 6750 Затраты = 24000
 1 4 5 6 8 - Риск = 5000 Затраты = 31000
 1 4 5 8 - Риск = 2700 Затраты = 23000
 Наибольший риск имеет маршрут - 1 3 6 8 = 6750
 Наименьший риск имеет маршрут - 1 2 7 8 = 2550
 Затраты на критическом пути = 24000
 Затраты на оптимальном пути = 15000
 Разница рисков = 4200
 Разница затрат = 9000

Рисунок 3. Результаты вычисления рисков и определение оптимального маршрута по угрозе УБИ.206

Итак, оптимальный маршрут, по данной угрозе позволит нам избежать риск. Рассчитаем коэффициенты вариации для данной угрозы по формуле, представленной ранее. В таблице 1 представлены расчеты коэффициента вариации для угрозы УБИ.206 по формулам (1,2,3,4).

Таблица 1.

Расчет коэффициентов УБИ.206

Маршрут	1-3-6-8 (Неоптимальный)		1-2-7-8 (Оптимальный)	
	Р (вероятность реализации угрозы)	U (Ущерб)	Р (вероятность реализации угрозы)	U (Ущерб)
	0.6 (Маршрут 1-3)	5000 (Маршрут 1-3)	0.2 (Маршрут 1-2)	3000 (Маршрут 1-2)
	0.25 (Маршрут 3-6)	5000 (Маршрут 3-6)	0.3 (Маршрут 2-7)	2500 (Маршрут 2-7)
	0.5 (Маршрут 6-8)	5000 (Маршрут 6-8)	0.4 (Маршрут 7-8)	3000 (Маршрут 7-8)
M	6750		2550	
S	1212.316257		758.6426747	
V	0,17955		0,2972549	
V _{оп} /V _{кр}	1.655554999			

На основании расчетов, делаем вывод, что оптимальный маршрут обладает риском в 1.65 раза меньше чем на критическом.

Список литературы:

1. Миков Д.А. Анализ методов и средств, используемых на различных этапах оценки рисков информационной безопасности / Д.А. Миков - Москва : Вопросы кибербезопасности №4, 2014. – 49 – 54 с.
2. Прогнозирование. Планирование. Управленческое решение.: Учебное пособие / С.И. Барайщук, Е.Ю. Рожина – Омск: Издательство СибАДИ, 2008. – 72 с.
3. ФСТЭК Банк данных угроз безопасности информации. – 21 с.
4. Анализ и выбор оптимального маршрута мобильного объекта с использованием модели сетевого графика [Электронный ресурс] : прикладная программа / Т. З. Аралбаев [и др.]; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования «Оренбург. гос. ун-т». - Оренбург : ОГУ. - 2019. - 20 с – Режим доступа:
https://ufer.osu.ru/index.php?option=com_uferdbsearch&view=uferdbsearch&action=details&ufer_id=1709

УСИЛЕНИЕ ФУНДАМЕНТОВ СУЩЕСТВУЮЩИХ ЗДАНИЙ С ПОМОЩЬЮ САМОЗАБУРИВАЕМЫХ ВИНТОНАБИВНЫХ МИКРОСВАЙ

Залеский Дмитрий Валерьевич

*студент, Гродненский государственный университет им. Я. Купалы,
Беларусь, г. Гродно*

Голуб Наталья Дмитриевна

*студент, Гродненский государственный университет им. Я. Купалы,
Беларусь, г. Гродно*

Лаптев Андрей Григорьевич

*студент, Гродненский государственный университет им. Я. Купалы,
Беларусь, г. Гродно*

Жывалевская Ирина Викторовна

*научный руководитель, старший преподаватель
Гродненский государственный университет им. Я. Купалы,
Беларусь, г. Гродно*

Устройство самозабуриваемых винтонабивных микросвай допускается во всех видах песчаных, глинистых и скальных грунтов. Винтонабивные микросваи являются разновидностью буроинъекционных свай, но отличаются способом устройства.

Устройство таких свай производится методом последовательного забуривания в грунт составляющих трубчатых винтовых штанг (ТВШ) с муфтовым соединением и передовой буровой коронкой, при одновременной промывке скважины буровым цементным раствором. По достижении проектной длины микросваи, производят опрессовку скважины более густым цементным раствором. [1]

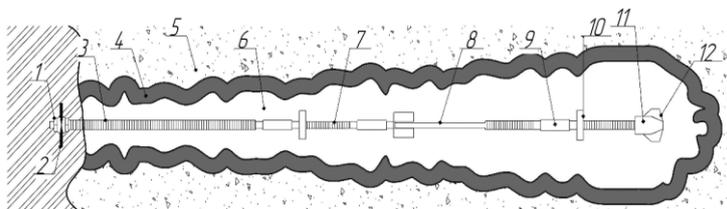


Рисунок 1. Схема закрепления микро-свай из ТВШ в грунте: 1-фиксирующая гайка; 2-опорная плита; 3-защитная трубка из ПВХ; 4-зона первичной инъекции грунта; 5-вмещающий грунт; 6-цементное тело; 7-ребристая штанга; 8-внутренний канал штанги; 9-соединительная муфта; 10-распорка; 11-буровая коронка; 12-инъекционное отверстие;

Данная технология усиления применялась при реконструкции бывшего административного здания в гостиницу в Центральной части Санкт-Петербурга [2]. Гостиница представляет собой 6-ти этажное здание в монолитном железобетонном каркасе высотой 24,0 м и максимальной высотой 27,7 м. Здание во время блокады пострадало от прямого попадания авиационной бомбы.

Под всем зданием гостиницы предусмотрен заглубленный этаж для автостоянки автомобилей и технических помещений. Фундаментами сооружения служат буронабивные сваи диаметром 410 и 550 мм, изготавливаемые по технологии уплотнения грунта DDS с использованием бурового оборудования фирмы «Baueg».

В состав работ по усилению фундаментов входило инъекционное укрепление тела фундамента при помощи инъекции цементного раствора, а также установка 75 наклонных анкерных свай по технологии «Титан» длиной 25 м и диаметром 200 мм с поверхности основания. Скважины под анкерные сваи бурились без обсадных труб ударно-вращательным способом с подачей по внутреннему каналу штанги промывочного раствора под давлением.

Еще одним примером использования технологии самозабуриваемых винтонабивных микросвай является усиление фундаментов многоквартирного дома в городе Верхняя Силезия (Польша) [3]. Добыча полезных ископаемых в районе расположения здания способствовала его осадке. Чтобы стабилизировать здание и защитить его от дальнейшего разрушения, был разработан проект усиления фундамента.

Усиление выполнялось с использованием микросвай, просверленных через стенки фундамента с цементацией под высоким давлением. Во время инъекции бурового раствора полый стальной стержень служит в качестве канала и остается готовой сваей в качестве усиления. Конец стержня оснащен сверлом, выбранным в зависимости от типа почвы. Для соединения стержней используются системные стяжки. Во время бурения осуществляется предварительная

закачка бурового раствора. Просачивание раствора в грунт стабилизирует стенки скважины, устраняя необходимость в обсадной колонне.

После достижения заданной глубины производится окончательная инъекция. Скважина заливается снизу вверх. Это обеспечивает правильное заполнение скважины.

Стержни, вставленные в скважину, остаются там в качестве усиления для свай.

Работы начались в конце октября 2013 года. Свай были введены в грунт через стены фундамента под углом 2°-5°. Бурению предшествовало вырезание ниш в стенах.

После установки микросвай эти ниши были заполнены бетоном. Из-за ограниченного пространства бурение осуществлялось с помощью дрели с ручным приводом, установленной на стенде. Микросваи были изготовлены из сращиваемых частей длиной 1 метр.

Ещё одним примером усиления фундаментов сваями можно рассмотреть использование микросвай для существующих коммерческих зданий как ИКЕЯ в Гданьске, из источника [4] можно увидеть что микросваи использовались для укрепления существующих фундаментов и строительства новых фундаментов в ходе реализации развития коммерческих зданий ИКЕА в Гданьске (работы выполнены в 2007-2008 годах).

Для передачи дополнительных нагрузок, вызванных в результате расширения здания ИКЕЯ, было принято решение использования микросвай системы Titan – Ti103/78 и Ti52/26 с общей длиной стержня 12 метров, диаметром расточных коронок 220 миллиметров и 175 миллиметров. Микросваи устанавливались внутри и вокруг существующих фундаментных блоков. Опоры с большими нагрузками использовали специальные рамы из стальных балок, размещенные поверх существующих фундаментов.

Согласно проекту, дополнительный этаж поддерживаться на системе свай, установленных на существующий фундамент, усиленный микросваями, и с помощью независимой системы стальных балок.

На основании представленных выше примеров использования данного типа свай, можно сделать вывод о применимости данного метода усиления как в странах СНГ так и за рубежом.

Список литературы:

1. Отраслевой дорожный методический документ. Методические рекомендации по использованию анкерных свай и микро-свай в составе мероприятий инженерной защиты автомобильных дорог: ОДМ 218.2.066-2016. Внесен Управлением научно-технических исследований, информационного обеспечения и ценообразования, Управлением проектирования и строительства автомобильных дорог Федерального дорожного агентства. Издан на основании распоряжения Федерального дорожного агентства от 03.08.2016 № 1516-р. – 87 с.
2. The 12th international workshop on micropiles: application of micropiles to the stabilization of a deflected old tenement house/. Univ. of Kraków, Poland, 2014, ed.: Krzysztof Sternik , Tomasz Blejarski: Univ. of Kraków, Poland- 2014.- 13 p.
3. Transportation Geotechnics and Geocology, TGG 2017, 17-19 May 2017, Saint Petersburg, Russia Construction of deep foundation ditch under a reconstructed multi-storey building on the main avenue of St.Petersburg Mangushev Ra1 ., Dr. Sc. Geotechnic, Professor; Osokin A., Ph.D., Geotechnic, Docent*. a Geotechnical Department, St.Petersburg State Civil Engineering University, Saint-Petersburg, 190005,Russia – 2017.-8p.
4. Conference Paper June 2014 Reads Conference: The 12th International Workshop on Micropiles, The use of micropiles as a form of underpinning of existing commercial buildings – development of IKEA hall in Gdańsk, dr inż. Marcin Blockus, At Kraków, Poland – 2014 -7p.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОНОМНОЙ ГАЗОВОЙ КОТЕЛЬНОЙ С ПОДБОРОМ ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ РАБОТЕ ВОДОГРЕЙНЫХ КОТЛОВ

Ковалев Сергей Владимирович

студент, ЛФ ПНИПУ

РФ, г. Лысьва

Владыкин Анатолий Анатольевич

научный руководитель, канд. экон. наук, ЛФ ПНИПУ

РФ, г. Лысьва

Сегодня как никогда остро стоит вопрос эффективного использования тепла и электроэнергии. Один из путей решения этой проблемы - создание децентрализованных систем тепло и энергоснабжения.

В этой области разработан и применяется достаточно широкий перечень современного надежного оборудования, с высокой степенью автоматизации и экологическими параметрами, позволяющими обеспечить защиту окружающей среды от вредного влияния на здоровье людей.

В дипломном проекте решается вопрос автономного теплоснабжения производственной базы, которая находится в г. Кудымкар, Пермского края.

Теплоснабжение производственной базы до недавнего времени осуществлялось районной котельной. Из-за высокой стоимости покупаемой теплоэнергии и эксплуатационных затрат подводящих трубопроводов тепловой сети было принято решение о строительстве автономной газовой котельной.

Преимущества автономного теплоснабжения заключается в следующем:

- 1.Отсутствие дорогостоящих наружных тепловых сетей.
- 2.Сокращение расхода топлива за счет местного регулирования отпуска тепла и отсутствие потерь в наружных тепловых сетях.

В настоящее время в качестве автономных источников используются не только традиционные отдельно стоящие котельные, которые сегодня сооружаются в вариантах блочных и модульных, но и встроенные, пристроенные к зданиям, а также крышные котельные с использованием

оборудования, не требующих присутствия постоянного обслуживающего персонала.

В экономической части дипломного проекта представлено сравнение двух вариантов:

- строительства котельной в существующем здании
- модульная котельная МКГ-1.8 предприятия «Теплогаз».

Согласно выполненным расчётам по приведенным затратам строительство котельной в существующем здании предпочтительнее. Хотя по срокам строительства модульная котельная значительно выигрывает, так как она представляет собой сборку высокой заводской готовности, не требующую значительного времени для устройства и пуска котельной в работу.

Котельная в г. Кудымкар, Пермского края предназначена для теплоснабжения систем отопления и вентиляции производственных зданий.

По надёжности отпуска тепла потребителям относится ко второй категории.

В технологической части дипломного проекта выполнены гидравлический и тепловой расчёт котельной, аэродинамический расчёт газового тракта, расчёт схемы водоподготовки, гидравлический расчёт газопроводов, разработана схема ГРУ с подбором оборудования, произведён расчёт выбросов в атмосферу при работе водогрейных котлов.

Для обеспечения тепловых нагрузок дипломным проектом предусмотрена установка трёх водогрейных котлов «RS-D 600» с газовыми горелками Weishaupt G5/1-D.

Отвод дымовых газов от каждого котла осуществляется в проектируемые дымовые трубы диаметром 400 мм.

Отпуск тепла из котельной предусмотрен в виде горячей воды с $T = 95 - 70^{\circ}\text{C}$ в существующую тепловую сеть. Для поддержания перед котлами температуры $60-70^{\circ}\text{C}$ устанавливаются рециркуляционные насосы.

Регулирование температуры воды в подающем трубопроводе теплосети осуществляется изменением количества сжигаемого топлива и перепуском

части обратной сетевой воды в прямую через перемычку подмеса с помощью регулирующего клапана 25ч940нж.

Вода, идущая на подпитку проходит обработку в установке умягчения воды непрерывного действия SF-1054A-850S. Установка непрерывного действия состоит из двух фильтров умягчения, блока управления, фильтрующего материала и одного бака солерастворителя. Один фильтр работает в режиме сервиса, а другой в режиме регенерации. Установка умягчения выходит на регенерацию автоматически по сигналу с блока управления.

Подпитка теплосети производится автоматически при понижении давления в обратном трубопроводе теплосети подпиточными насосами.

Для учёта расхода воды предусмотрена установка счетчиков на:

- подающем трубопроводе системы отопления и вентиляции счетчиком ВСГд-125.
- трубопроводе подпитки счетчиком ВСХд-20.

Отвод дренажей от котельной производится в проектируемый дренажный колодец.

Из верхних точек трубопроводов выполняется отвод воздуха, их нижних – слив.

Газоснабжение котельной предусматривается от газопровода высокого давления II категории $P = 6 \text{ кгс/см}^2$.

На входе в котельную устанавливается термозапорный клапан КТЗ 001-50-02 и клапан предохранительно-запорный электромагнитный КПЭГ-50П для автоматического отключения подачи газа при отключении электроэнергии и при сигнале загазованности котельной.

Для снижения давления газа с входного $P_{ВХ} = 6 \text{ кгс/см}^2$ до выходного $P_{ВЫХ} = 0,3 \text{ кгс/см}^2$ в котельной предусмотрена газорегуляторная установка с регулятором давления РДБК1-50-25. Учёт расхода газа на котельную осуществляется измерительным комплексом СГ-ЭКВз-Р-0,5-250/160 на базе

счётчика RVG G160. Поагрегатный учёт расхода газа осуществляется счётчиками RVG G65.

Газооборудование котельной запроектировано с учётом работы котлов на газе среднего давления с установкой на всех котлах автоматики безопасности и регулирования.

Для того чтобы котельная работала без постоянного присутствия обслуживающего персонала предусмотрена автоматизация технологических процессов.

На щите автоматизации ЩА1, установленном в котельном зале, предусмотрена аварийная сигнализация:

- Отклонения давления обратной сетевой воды
- Отклонение давления газа к котлам
- Нижнего уровня в баке запаса воды
- Аварии насосов
- 10% уровня концентрации метана от НКПР в котельной
- уровней ПДК и 5ПДК оксида углерода

Для передачи аварийных сигналов из котельной в помещение с постоянным пребыванием дежурного персонала использован выносной пульт аварийной сигнализации.

На пульт вынесены следующие сигналы:

- общий сигнал аварии котельной
- 10% уровня (НКПР) концентрации метана в котельной
- ПДК СО, 5ПДК СО в котельной
- Открытия дверей в котельную

Применение автоматических устройств защиты и блокировок технологически взаимосвязанных механизмов позволяет повысить надёжность работы оборудования и сократить количество аварий. Кроме того, при автоматизации работы котельного агрегата увеличивается экономичность его работы вследствие более точного поддержания параметров и более экономичного ведения процесса горения топлива.

В разделе безопасности жизнедеятельности рассмотрен анализ условий труда и разработаны мероприятия по обеспечению безопасности работников при производстве работ по монтажу котельных установок и их элементов.

Точное исполнение данных мероприятий по охране труда позволит снизить риск несчастных случаев и аварийных ситуаций при выполнении работ на производстве.

В разделе организация строительства разработан календарный план, позволяющий осуществить строительство в короткие сроки с наилучшими технико-экономическими показателями, стройгенплан, определяющий состав и размещение объектов строительного хозяйства в целях максимальной эффективности их использования, с учётом требований охраны труда, а также технологическая карта на разгрузку котла с грузового автомобиля.

НЕЙРОСЕТЕВЫЕ МЕТОДЫ ПРОГНОЗА ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

Кругликов Артём Игоревич

*студент, Кубанский государственный университет,
РФ, г. Краснодар*

Уртенев М.Х.

*научный руководитель, Кубанский государственный университет,
РФ, г. Краснодар*

Аннотация. Утверждается, что использование нейронных сетей в задачах прогнозирования является крайне эффективным, когда не представляется возможным учет всех факторов, влияющих на прогнозируемые значения. Представлена практика применения методов анализа и прогнозирования временных рядов на короткий и длительный промежуток времени с применением нескольких разновидностей нейронных сетей.

Abstract. It is argued that the use of neural networks in forecasting problems is extremely effective when it is not possible to take into account all factors affecting the predicted values. The practice of applying the methods of analyzing and forecasting time series for a short and long period of time using several varieties of neural networks is presented.

Ключевые слова: Временной ряд, анализ временных рядов, нейронные сети.

Keywords: Time series, time series analysis, neural networks.

В настоящее время темпы роста развития науки и скорость разработки новых технологий для решения прикладных задач стабильно растут. Вместе с этим все большую актуальность принимают задачи из области планирования, принятия решений и прогнозирования.

Для того чтобы предприятие имело успех на рынке, необходимо четко и эффективно оценивать, а также прогнозировать его экономические показатели. Так, существует множество способов и методов для подхода к анализу различных ценных бумаг, но существуют прикладные задачи не из финансовой

области, не уступающие им по значимости. Например, прогноз погоды, показатели рождаемости, расход электроэнергии, и т.п. В данной работе рассматриваются приемы прогнозирования для обобщенных во времени процессов, для временных рядов.

Нейросетевые методы прогноза позволяют на практике избежать использование традиционных процедур программирования и сбора информации экспертом. Актуальность применения нейронных сетей в задачах прогнозирования обуславливается возможностью выявления зависимостей между факторами, без априорных знаний об их существовании. Нейронные сети показывают хороший результат в задач прогнозирования, в которых не представляется возможным учет всех влияющих факторов.

В ходе выполнения данной работы, было установлено несколько целей. Изучить устройство временных рядов, рассмотреть способы их анализа для последующего решения задач прогнозирования, а также - создать приложение, основной задачей которого будет – автоматизация процесса прогнозирования временных рядов.

Реализованное приложение позволяет проводить статический, технический и фундаментальный анализ исходных значений временных рядов, совершать предварительную обработку исходного ряда, а так же строить прогнозные значения с указанием параметров прогнозирования, типа сети для прогноза и горизонта прогнозирования.

Список литературы:

1. Тихонов Э.Е. Прогнозирование в условиях рынка. Невинномысск, 2005. 291 с.
2. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс. М.: ООО «И. Д. Вильямс», 2006
3. Ясницкий Л.Н. Введение в искусственный интеллект // Издательский центр «Академия», 2007.
4. Бабешко Л.О. Основы эконометрического моделирования: Учеб. пособие. -- 2-е, исправленное. -- М.: КомКнига, 2006. -- 432 с. Берндт Э. Практика эконометрики: классика и современность. -- М.: Юнити-Дана, 2005. - 269 с.
5. Доугерти К. Введение в эконометрику: Пер. с англ.. -- М.: ИНФРА-М, 1999.

6. Бородич С.А. Эконометрика/Учебное пособие для ВУЗов.-Мн.: Новое знание ,2004.
7. Кремер Н.Ш., Путко Б.А. Эконометрика. -- М.: Юнити-Дана, 2003-2004.
8. Суслов В.И., Ибрагимов Н.М., Тальшева Л.П., Цыплаков А.А. Эконометрия. - Новосибирск: СО РАН, 2005. -- 500 с.
9. Леоненков А. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. СПб: БХВ-Петербург, 2005. 846 с.
10. Мерков А.Б. Распознавание образов: Введение в методы статистического обучения.

«ПОВЫШЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ЖАРОПРОЧНЫХ СПЛАВОВ ЛОПАТОК ГТД»

Маркова Екатерина Владимировна
*магистрант, Рыбинский Государственный Авиационный
Технический Университет имени П.А. Соловьева ,
РФ, г. Рыбинск*

Фоменко Роман Николаевич
*научный руководитель, Рыбинский Государственный Авиационный
Технический Университет имени П.А. Соловьева ,
РФ, г. Рыбинск*

Проблема высокотемпературных покрытий весьма важна для машиностроения, в частности для обеспечения большой долговечности высокотемпературных узлов и деталей газовых турбин, особенно в авиационных двигателях. Прежде всего, к ней следует отнести обеспечение высокой коррозионной стойкости, прочности и пластичности покрытий.

Главным признаком развития современных авиационных двигателей является непрерывное увеличение температуры газа перед турбиной, снижение удельной массы, повышение степени сжатия воздуха в компрессоре. Это ведёт к существенному увеличению напряжённости лопаток турбин и компрессоров, к усложнению конструкции и увеличению стоимости авиационных двигателей.

Из-за высокой термомеханической напряжённости лопатки турбин имеют малые ресурсы и в значительной мере ограничивают межремонтный ресурс двигателей в целом. Поэтому задача разработки и внедрения новых высокоэффективных методов увеличения прочностных свойств, коррозионной стойкости металлов, сплавов, покрытий и изделий является важнейшей в решении проблемы повышения долговечности лопаточных элементов газотурбинных двигателей.

Комплексное решение этих задач привело к созданию и практическому применению многочисленных жаростойких защитных покрытий. В настоящее время разработано большое число различных композиций покрытий, методов

их нанесения на детали, найдены десятки способов интенсификации технологических процессов формирования покрытий.

Развитие высокотемпературных покрытий непосредственно связано с разработкой жаропрочных сплавов для газовых турбин и с решением проблемы сохранения несущих свойств высокотемпературных деталей в течение заданного ресурса. Если на низкотемпературных деталях из деформируемых сплавов, а также сравнительно малонагруженных деталях из литейных никелевых или кобальтовых сплавов достаточно высокую работоспособность имеют диффузионные покрытия с высоким содержанием алюминия, то на деталях из высокотемпературных литейных сплавов весьма широкое промышленное применение нашли многокомпонентные алюминидные покрытия, а в последние годы ведутся интенсивные исследования теплозащитных керамических покрытий, прежде всего на основе оксидных систем с низкой теплопроводностью.

Развитие покрытий опирается на разработку теории переноса элементов при насыщении ими поверхностных слоёв металлов и сплавов, глубокое изучение механизмов формирования покрытий и исчерпания их защитных функций, исследование химического и фазового состава, структуры и механических свойств покрытий.

Большое практическое значение имеют результаты, полученные при изучении физико-химических и механических свойств системы сплав – покрытие, учитывающих взаимное влияние элементов покрытия и сплава на характеристики долговечности нагруженных высокотемпературных деталей. Появился ряд новых методов доставки элементов покрытия к поверхности деталей (электродуговое плазменно-катодное распыление в вакууме, ионная имплантация, лазерное осаждение), совершенствуется метод электроннолучевого испарения и конденсации покрытий в вакууме, быстро развиваются комбинированные методы нанесения многофункциональных защитных покрытий. На рисунке 1 показаны возможные методы повышения физико-механических свойств жаропрочных сплавов.



Рисунок 1. Методы повышения физико-механических свойств жаропрочных сплавов

Легирование на структуру и жаропрочные свойства сплава

Важную роль в формировании механических свойств и жаропрочности сплавов играет легирование теми элементами, которые образуют упрочняющие фазы: алюминием, титаном и углеродом. В современных высоколегированных литых и деформированных сплавах на никель хромовой основе суммарное содержание алюминия и титана достигает 7 – 10% (по массе). Количество этих элементов в сплаве обуславливает не только количество γ' -фазы, но и степень ее дисперсности, состав и количество карбидных фаз. С увеличением содержания этих элементов повышаются количество фазы и размер ее частиц, причем содержание титана в меньшей мере сказывается на увеличении размеров γ' -фазы.

Так, с изменением содержания алюминия от 4 до 7,0% при постоянном легировании твердого раствора и одинаковом содержании титана, равном 3,0%, структура литого сплава ЖС6У-ВИ в термически обработанном состоянии изменяется. Размер частиц γ' -фазы при повышении содержания алюминия от 4 до 7% (по массе) возрастает более чем на порядок. Меняется также и форма этих частиц — от правильных кубиков при 4,0 % Al до кристаллов

неправильной геометрической конфигурации при 7 – 7,5% (по массе). Изменение содержания титана от 0 до 3,4% (по массе) при количестве алюминия, равном 4,5% (по массе) также привело к увеличению размера частиц γ' -фазы, однако в значительно меньшей степени. Площадь поперечного сечения частиц γ' -фазы возросла от 0,07 мкм² при 1,8% до 0,3 мкм² при 3,4% Ti (по массе). Превышение суммарного содержания алюминия и титана сверх 8% (по массе) приводит к образованию грубых избыточных выделений γ' -фазы, которые не удастся устранить с помощью термической обработки. Методом микрорентгеноспектрального анализа в работах А. Н. Соколова показано, что эти выделения обогащены титаном. Массивные избыточные выделения, распределяясь в теле и по границам зерен, вызывают снижение жаропрочности и пластичности сплавов.

Оптимальные жаропрочные свойства у сплавов типа ЖС6У достигаются при содержании алюминия, не превышающем 5,5% (по массе), количестве титана, равном — 3%. Существенную роль играет также соотношение между содержанием алюминия и титана, поскольку от этого при прочем равном легировании зависят состав и форма карбидных выделений. При соотношении 1,3 — 1,5 в структуре видно большое количество карбидов титана, а при соотношении ~ 2 появляется значительное количество двойных карбидов игольчатой формы, которые приводят к снижению жаропрочности и пластических свойств (рисунок 2 а, б).

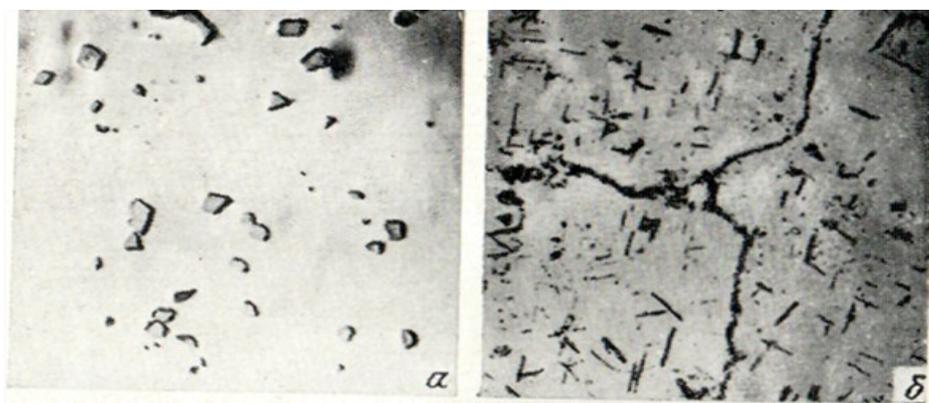


Рисунок 2. Вид карбидных фаз в зависимости от соотношения Al и Ti в сплаве, $\times 500$: а – 4,5 % Al, 3% Ti; б – 7 % Al, 3% Ti

Большое значение для жаропрочных свойств имеет также количество углерода в сплаве и распределение карбидных фаз. Оптимальным для литых жаропрочных сплавов типа ЖС6У является содержание углерода, равное $\sim 0,15\%$, и распределение карбидов, при котором образуется прерывистая тонкая сетка по границам зерен, что способствует увеличению сопротивления разрушению при повышенных температурах. С повышением содержания углерода до $0,25\%$ увеличивается количество карбидных фаз и утолщаются границы зерен, что приводит к понижению пластичности и жаропрочности.

Ионно-плазменное азотирование.

Ионно-плазменное азотирование (ИПА) – это разновидность химико-термической обработки деталей машин, инструмента, штамповой и литейной оснастки, обеспечивающая диффузионное насыщение поверхностного слоя стали и чугуна азотом (азотом и углеродом) в азотно-водородной плазме при температуре $400-600^\circ\text{C}$, титана и титановых сплавов при температуре $800-950^\circ\text{C}$ в азотосодержащей плазме. Принцип действия ИПА заключается в том, что в разряженной ($p=150-1000$ Па) азотосодержащей газовой среде между катодом – деталями и анодом – стенками вакуумной камеры – возбуждается аномальный тлеющий разряд, образующий активную среду (ионы, атомы, возбужденные молекулы), обеспечивающую формирование азотированного слоя, состоящего из внешней – нитридной зоны и располагающейся под ней диффузионной зоны. Технологическими факторами, влияющими на эффективность ионного азотирования, являются температура процесса, продолжительность насыщения, давление, состав и расход рабочей газовой смеси. Температурный диапазон ионного азотирования при упрочнении стали и чугуна шире, чем газового и находится в пределах $400-600^\circ\text{C}$. Обработка при температурах ниже 500°C особенно эффективна при упрочнении изделий из инструментальных легированных сталей для холодной обработки, быстрорежущих и мартенситно-старящихся сталей, т.к. значительно повышает их эксплуатационные свойства при сохранении твердости сердцевины на уровне $55-60$ HRC. ИПА способствует значительному повышению износостойкости и сопротивления

задиру и усталости. Варьируя состав газа, давление, температуру и время выдержки можно получать слои заданной структуры и фазового состава. Оптимизация свойств упрочняемой поверхности обеспечивается за счёт необходимого сочетания нитридного и диффузионного слоёв, которыерастают в основной материал. В зависимости от химического состава стали и условий азотирования нитридный слой является либо γ' - фазой (Fe_4N) либо ϵ - фазой ($\text{Fe}_2\text{-3N}$), причём ϵ -нитридный слой является коррозионно-стойким, а γ' - слой – износостойким и относительно пластичным. При этом, в зависимости от целей обработки, в результате ИПА возможно получение как диффузионного слоя с развитой нитридной зоной, обеспечивающей высокую сопротивляемость коррозии и прирабатываемость трущихся поверхностей – для деталей, работающих на износ, так и диффузионного слоя без нитридной зоны – для режущего и штампового инструмента и деталей, работающих при знакопеременных нагрузках в условиях изнашивания при высоких давлениях. В результате ионного азотирования могут быть существенно повышены следующие характеристики изделий: - износостойкость, - усталостная выносливость, - антизадирные свойства, - теплостойкость, - коррозионная стойкость. ИПА обеспечивает стабильное качество обработки с минимальным разбросом свойств от детали к детали и от садки к садке. Кроме того, по сравнению с газовым азотированием в печи, ИПА обеспечивает: - сокращение продолжительности обработки в 2-5 раз, как за счёт снижения времени нагрева и охлаждения садки, так и за счёт уменьшения времени изотермической выдержки; - снижение хрупкости упрочнённого слоя; - сокращение расхода рабочих газов в 20-100 раз; - сокращение расхода электроэнергии в 1,5-3 раза; - исключение операции депассивации; - снижение деформации настолько, чтобы исключить финишную шлифовку; - простоту и надёжность экранной защиты от азотирования не упрочняемых поверхностей; - улучшение санитарно-гигиенических условий производства; - полное соответствие технологии всем современным требованиям по охране окружающей среды. Применение ИПА вместо цементации, нитроцементации, газового или жидкостного азотирования,

объемной или ТВЧ закалки позволяет сэкономить основное оборудование и производственные площади, снизить станочные и транспортные затраты, уменьшить расход электроэнергии и активных газовых сред. На рисунке 3 показан характерный вид микроструктуры азотированного слоя.

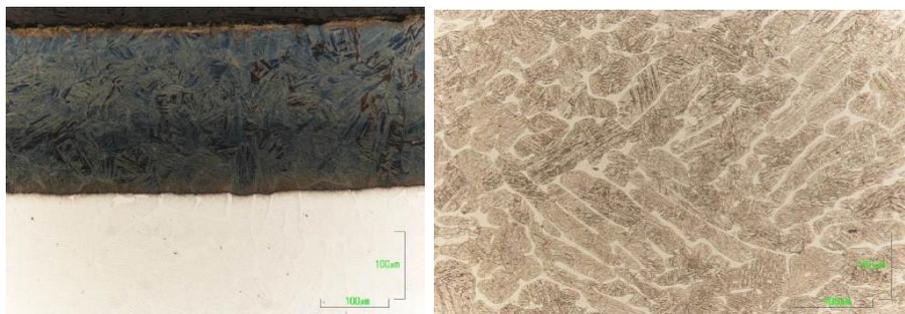


Рисунок 3. Характерный вид микроструктуры азотированного слоя

Список литературы:

1. Каблов Е.Н. Литые лопатки газотурбинных двигателей(сплавы, технологии, покрытия) [Текст] / Е. Н. Каблов – М.: «МИСИС», 2001. – 632 с.
2. Шатульский А.А. Прогрессивные материалы и технологии при производстве ГТД: Учебное пособие [Текст] / Шатульский А.А. – РГАТА им. П.А. Соловьева, ОАО «НПО «САТУРН». – Рыбинск, 2005. – 177с.
3. Кишкин С.Т. Электронномикроскопические исследования структуры жаропрочных сплавов и сталей [Текст] / С.Т. Кишкин, Э.В. Поляк – М.: «Металлургия», 1969. – 181 с.
4. Симс Ч. Жаропрочные сплавы [Текст] / Ч. Симс, В. Хагель – М.: «Металлургия», 1976. – 567 с.
5. Абраимов Н.В. Химико-термическая обработка жаропрочных сталей и сплавов [Текст] / Н.В. Абраимов, Ю.С. Елисеев – М.: Интермет Инжиниринг, 2001. – 622 с.
6. Замятин А.Ю. Основы обеспечения качества металлических изделий с неорганическими покрытиями: Учеб.пособие для вузов [Текст] / А.Ю. Замятин, Ю.П. Замятин, В.Ф. Безъязычный, В.Ю. Замятин. – М.: Машиностроение, 2005. – 608 с.
7. Бахрунов К.К. Разработка процессов диффузионного насыщения поверхностей охлаждаемых лопаток газовых турбин. V Международная научно-техническая конференция: [Текст] / К. К. Бахрунов УГТУ УПИ им. Первого президента Б. Н. Ельцина. Екатеринбург, 2009 Т. 1 С. 43-48.

ОБЗОР ПРИБОРОВ УЧЕТА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ БЫТОВЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

Неаронов Дмитрий Владимирович

*магистрант, Рязанский Государственный Радиотехнический Университет,
РФ, Рязань*

Дягилев Александр Александрович

*научный руководитель, канд. техн. наук, доцент,
Рязанский Государственный Радиотехнический Университет,
РФ, Рязань*

OVERVIEW OF METERING DEVICES OF ELECTRIC ENERGY OF HOUSEHOLD CONSUMERS

Dmitry Nearonov

*master's degree student, Ryazan State Radioengineering University,
Russian Federation, Ryazan*

Alexander Diaghilev

*supervisor, candidate of technical Sciences, associate Professor,
Ryazan State Radioengineering University,
Russian Federation, Ryazan*

Аннотация. В статье рассматриваются часто используемые приборы учета электрической энергии бытовых потребителей. Приводятся их типы, классификация, стоимость.

Abstract. The article discusses the commonly used metering devices of electric energy of domestic consumers. Their types, classification, cost are given.

Ключевые слова: электрическая энергия; прибор учета (счетчик); бытовые потребители.

Key words: electric energy; metering device (meter); household consumers.

Электрическая энергия – один из самых ценных продуктов жизнеобеспечения человечества [1, С.13]. Сложно представить себе жизнь современного общества без электричества. Чтобы контролировать расход этого бесценного ресурса, необходимо обеспечить его надлежащий учет [8, С.1].

Объектом исследования данной статьи являются приборы учета бытовых потребителей электроэнергии.

Актуальность статьи обоснована наличием на рынке большого количества различных типов и разновидностей приборов учета. От выбора прибора учета зависит не только справедливость расчета за потребленную электроэнергию, но и возможность экономии дорогостоящих ресурсов энергоснабжения.

Целями и задачами исследования является классификация существующих приборов учета бытовых потребителей по основным критериям, а также обзор некоторых используемых в настоящее время счетчиков электроэнергии.

В настоящее время в мире насчитывается не менее 400 видов приборов учета электроэнергии. Они отличаются по назначению, конструкции, точности и прочим характеристикам [2, С.17]. Ниже приведена классификация приборов учета бытовых пользователей по некоторым из критериев [7, С.1].

1. Конструктивное исполнение

- индукционные;
- электронные.

Индукционный счетчик – один из старейших измерительных устройств, до недавнего времени других приборов учета электроэнергии просто не существовало. Его конструкция предельно простая – внутри установлены две магнитные катушки, токовая и напряжения. Связанный со счетным механизмом диск крутится за счет созданного магнитного поля. К недостаткам такого типа приборов можно отнести их невысокую точность, особенно при измерении небольшой токовой нагрузки. Зато такие счетчики могут исправно работать значительно дольше других – до 50 лет [3, С.56].

Электронные счетчики измеряют ток напрямую и отображают информацию на электронном табло. Результаты измерения могут быть сохранены, автоматически переданы, проанализированы и пр. Такие счетчики имеют высокую точность измерения, однако являются менее долговечными – срок эксплуатации счетчика всего 10 - 15 лет [3, С.59].

2. Количество фаз

- однофазные;
- трехфазные.

Все электрические сети, применяемые для электроснабжения бытовых потребителей, можно разделить на однофазные 220 В и трехфазные 380 В. Первые, как правило, реализованы в многоквартирных домах, вторые – в частных (для учета потребления котлами, водонагревателями и пр.). Выбор счетчика зависит от количества фаз электросети, куда они должны быть установлены.

3. Количество тарифов

- одготарифный;
- двухтарифный;
- трехтарифный;
- многотарифный.

Возможность учета стоимости электроэнергии в зависимости от времени ее потребления (то есть по различным тарифам), пришла с созданием электронных счетчиков электроэнергии. Двух-, трех- и многотарифные приборы учета электроэнергии считают расход с разбивкой по времени. Так, двухтарифный счетчик делит сутки на две части – день и ночь, трехтарифный – на три (ночь, пик, полупик). Электроэнергия в часы наименьшей загрузки электростанций стоит дешевле, в часы максимальной нагрузки – дороже. Это позволяет пользователям экономить, включая энергозатратные приборы (стиральные машины, обогреватели и пр.) в ночное время, а энергетическим компаниям уравновесить суточный баланс потребления электроэнергии [9, С.3].

4. Класс точности

У каждого прибора учета электроэнергии есть погрешность измерения. У индукционных счетчиков класс точности равен 2,5%, а у электронных – от 0,2%. Для потребителей эти показатели не являются критичными, за классом точности приборов учета следит энергосбытовая компания, устанавливая свои требования [10, С.1].

Рассмотрим некоторые приборы учета, широко применяемые сегодня для контроля потребления электрической энергии бытовыми потребителями.

1. Нева 103 ISO [4, С.3]

Счетчик от производителя «Тайпит» широко применяется в регионах России (рисунок 1).



Рисунок 1. Счетчик Нева 103 ISO

Однотарифный однофазный счетчик Нева 103 ISO получил широкое распространение из-за компактных размеров, простоты монтажа, высокого качества. Счетчик имеет класс точности 1,0, измеряет только активную мощность. Стоимость счетчика составляет всего 500-550 рублей.

2. Меркурий 230АМ[5, С.2]

Счетчик Меркурий 230АМ от всемирно известного производителя «ICOTEX» можно встретить во многих новостройках Москвы, загородных домах и коттеджах (рисунок 2).



Рисунок 2. Счетчик Меркурий 230 АМ

Счетчик может использоваться автономно или в составе автоматизированной системы коммерческого учета электроэнергии АСКУЭ. Наряду с измерением тока прибор может мерить некоторые параметры сети, передавать их по каналам связи, хранить журналы измерений и прочее. Стоимость счетчика составляет 2500-2700рублей.

3. А44 552-200[6, С.1]

Трехфазный многотарифный счетчик А44 552-200 от лидера в сфере производства приборов учета компании «ABB» устанавливается на объектах, где необходимы сверх точные измерения (рисунок 3).



Рисунок 3. Счетчик А44 552-200

Для полноценного использования функционала данного счетчика, его применяют в составе автоматизированной системы коммерческого учета электроэнергии АСКУЭ. Прибор имеет класс точности 0,5S, измеряет активную и реактивную мощности, контролирует состояние электросети и может направлять предупреждения о сбоях на диспетчерский пункт управления. Стоимость счетчика составляет 65000 рублей.

В статье приведена классификация счетчиков электрической энергии по основным признакам. Дан обзор некоторых приборов учета, широко применяемых в настоящее время на территории России.

На основании проведенного исследования можно сделать заключение о многообразии современных приборов учета. Сегодня счетчик электроэнергии может не только точно мерить объем потребленной пользователем

электроэнергии, но и выполнять многочисленные измерения состояния электросети, передавать данные на длительные расстояния, хранить историю энергопотребления, управляться автономными средствами связи.

Материалы статьи будут полезны для общего ознакомления с современными приборами учета электроэнергии, а также при выборе счетчиков бытовыми потребителями.

Список литературы:

1. Кудрин Б. И., Жилин Б. В., Ошурков М. Г. Электроснабжение. Учебник. Москва : Феникс, 2018. 382 с.
2. Лебедев В. И. Микропроцессорные счетчики электроэнергии. Москва : ДМК-пресс, 2017. 196 с.
3. Осика Л. К. Коммерческий и технический учет электрической энергии на оптовом и розничном рынках: Теория и практические рекомендации. СПб. : Политехника, 2015. 360 с.
4. Счетчики электрической энергии однофазные НЕВА 103 1SO. Паспорт ТАЙП. 411152.001 ПС. Москва, 2016. 20 с.
5. Счетчик электрической энергии трехфазный статический «Меркурий 230АМ». Паспорт АВЛГ. 411152.025 ПС. Москва, 2017. 17 с.
6. Паспорт счетчика А44 552-200. 2019. Режим доступа URL: <https://new.abb.com/products/2CMA100134R1000?printPreview> (дата обращения: 12.05.2019).
7. Какой счетчик электроэнергии лучше поставить в квартире. 30.06.2016. Электронная статья. Режим доступа URL : <https://220pro.ru/blog/kakoj-schetchik-electroenergii-luchshe-postavit-vybrat-v-kvartiru/> (дата обращения: 12.05.2019).
8. Обзор и устройство современных счетчиков электроэнергии : электронная статья. Режим доступа URL : <https://habr.com/ru/post/421653/> (дата обращения: 12.05.2019).
9. Какой выбрать счетчик электроэнергии? 25.04.2018. Электронная статья. Режим доступа URL : <http://электротехнический-портал.рф/statya-obzor/item/256-какой-выбрать-счетчик-электроэнергии?.html> (дата обращения: 12.05.2019).
10. Все правила и технические нормы установки электросчетчиков: электронная статья. Режим доступа URL: <https://electroadvice.ru/electric/pravila-ustanovki-elektroschetchikov/> (дата обращения: 12.05.2019).

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ АДАПТИВНОГО ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ПСИХОТИВОВ ЛИЧНОСТИ

Пак Вячеслав Вячеславович

*студент, Международный университет информационных технологий,
Казахстан, Алматы*

Сербин Василий Валерьевич

*научный руководитель, заведующий кафедрой «Информационные системы»,
Ассоциированный профессор, Международный университет информационных
технологий, Казахстан, Алматы*

I. Введение

Адаптивное или интеллектуальное обучение зародилось в подгруппе движения искусственного интеллекта и стало набирать популярность в 70-ых годах двадцатого века. В те времена считалось, что компьютеры так или иначе достигнут уровня адаптивности равной человеческой.

Основная цель такого обучения заключалась в идее о том, что система сможет адаптироваться к методу обучения студента, что приведет к повышению эффективности обучения у пользователя. Еще в 70-ых годах основной проблемой масштабирования данной методики и отсутствие целесообразности ее применения являлась громоздкость и дороговизна компьютерных систем[1]. К тому же пользовательские интерфейсы не способствовали принятию ранних интеллектуальных систем обучения. Эффективность любой адаптивной системы зависит от эффективного и корректного определения характеристик обучаемого. Данные об ученике могут послужить основой для выбора учебного материала. Для создания модели обучения используется парадигма четырехэтапного адаптивного процесса обучения [2].

II. Парадигма четырехэтапного адаптивного цикла

Четырехэтапный адаптивный процесса обучения состоит из этапов (Рисунок 1.):

Сбор данных. Данный этап подразумевает сбор информации об обучаемом, каким образом он взаимодействует с системой. После сбора данных происходит их анализ

Анализ. На данном этапе происходит анализ данных и строится внутренняя модель пользователя. Эти данные могут содержать информацию об уровне знаний, особенностях восприятия обучаемого и т.д

Выборка. Выборка производится на основе модели пользователя. Происходит отбор информации, необходимой для изучения на основании модели студента

Представление. Этап представления предназначен для отбора материалов и методов подачи информации (Аудио, Видео, книги, электронные ресурсы)

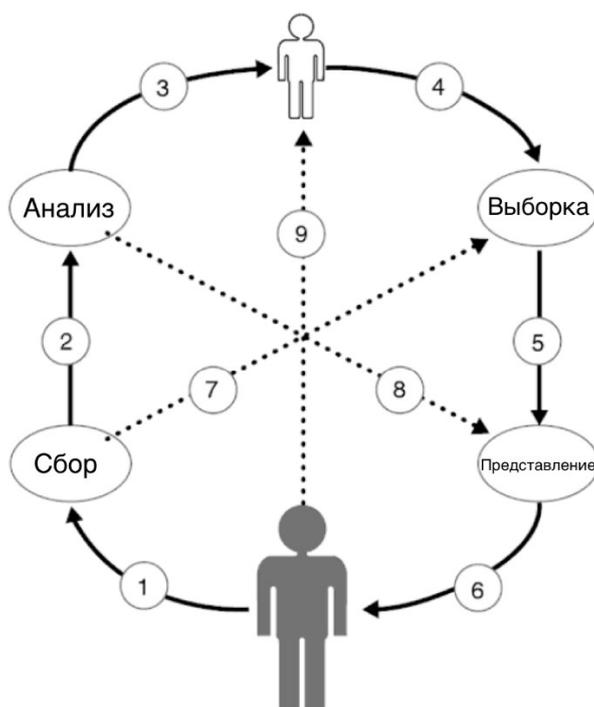


Рисунок 1. процесс адаптивного обучения

Существуют разные сценарии работы данного цикла:

Полный внешний цикл или автоматизированная адаптация (1,2,3,4,5,6) – обычный сценарий обучения.

Автоматизированная адаптация с вмешательством пользователя,9) – обучаемый может напрямую воздействовать на свою модель в системе.

Диагностика (1,2,3) – анализ уровня знаний учащегося.

Короткий цикл запоминания (1,7,5,6) – выбор материалов обучения производится на основании ранее полученной модели пользователя без анализа актуальных данных

Короткое запоминание без цикла выборки (1,2,8,6) – данный сценарий основывается на предустановленной структуре обучения.

III. Модель адаптивного процесса обучения на основе психотипов обучаемого

Используя вышеописанную парадигму разработана модель на основе анализа психотипа личности. При создании данной модели использовался шаблонный метод (т.е модель на основании фиксированных характеристик пользователя). И в качестве критерия были выбраны несколько типов восприятия:

- *Визуальная1* — опирающаяся, в своей основе на статические изображения;

- *Визуальная2* — опирающаяся, в своей основе на видео без звука;

- *Визуальная3* — опирающаяся, в своей основе на анимации без звука;

- *Аудиальная1* — базирующаяся, только на слуховой канал получения информации;

- *Видео+Аудиальная* — базирующаяся, на зрительном и слуховом каналах получения информации;

- *Интерактивная* – базирующаяся на взаимодействии пользователя с системой

Для первоначального создания модели пользователя используется следующий алгоритм (Рис. 2)

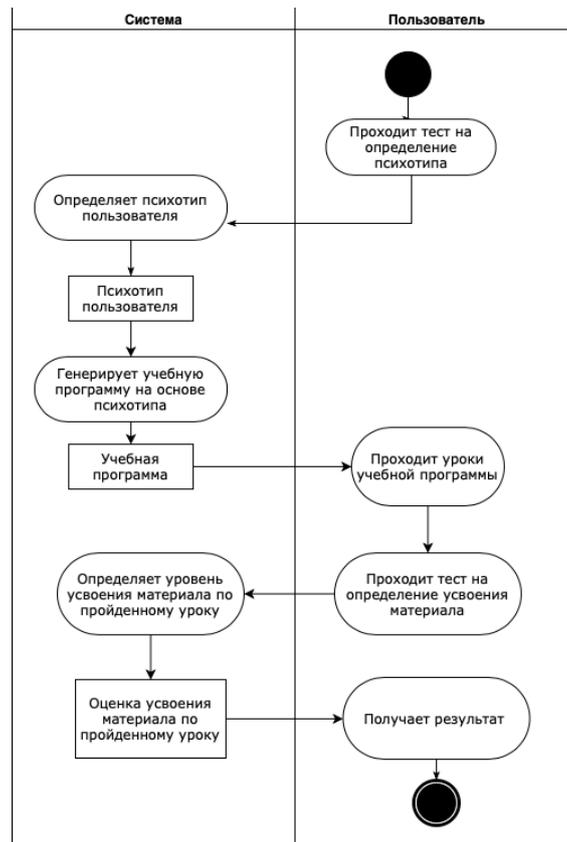


Рисунок 2. алгоритм работы системы на этапе создания модели пользователя

Проверка уровня усвоения пройденного материала неотъемлемая часть любой адаптивной системы, подавляющее большинство систем используют тестирование для проверки знаний. Тестовые системы позволяют эффективно проверить уровень знаний студентов, но в свою очередь существуют вероятность недостоверности полученного результата. Для увеличения достоверности результатов тестирования, в предложенной модели используется метод вычисления уровня сомнений при прохождении теста, который описан в статье Сербина В.В[5].

После определения оценки за пройденный урок, система использует психотип ученика, психотип выбранного преподавателем, оценку за пройденный урок и уровень сомнений в правильности выбранного психотипа материала для адаптации под конкретного студента. Для этого используется модель принятия решений (Рисунок 3).



Рисунок 3. Модель принятия решений

На этапах прохождения материала модель принятия решений анализирует входные данные. Входные данные имеют вид:

$$Ps = \{ V1, V2, V3, A, VA, I \}$$

$$Pm = \{ V1, V2, V3, A, VA, I \}$$

$$V1, V2, V3, A, VA, I = \{0...1\}$$

Оценка за урок вычисляется с учетом вычисления уровня сомнений тестирования. Если оценка по пройденному уроку не удовлетворяет порогу, то система должна определить более подходящий набор материалов. Для этого используется модель принятия решений.

Коэффициент сомнений (D1) основывается на таблице связности используемых типов восприятия (Таблица 1). При определении используются входные данные Ps0 и Pm0.

Таблица 1.

Таблица связности типов восприятия

	V1	V2	V3	A	VA	I
V1	0	0.13	0.14	0.3	0.25	0.4
V2	0.13	0	0.15	0.33	0.28	0.42
V3	0.14	0.15	0	0.35	0.44	0.42
A	0.3	0.33	0.35	0	0.32	0.5
VA	0.25	0.28	0.44	0.32	0	0.47
I	0.4	0.42	0.42	0.5	0.47	0

Сомнения по пройденному уроку рассчитываются по формуле 1.

$$D = f(Ps0, Pm0) * S1 \quad (1)$$

Где f – функция определения коэффициента сомнения по таблице связности

$Ps0$ – входной психотип ученика

$Pm0$ – входной психотип материала

Значение психотипа учащегося вычисляется по формуле 2.

$$Ps1 = g(Ps0, D1) \quad (2)$$

Где g – функция определения максимально похожего психотипа на основе базового психотипа и коэффициента сомнения.

$D1$ – сомнения по пройденному уроку

$Ps0$ – входной психотип ученика

Значение психотипа учащегося вычисляется по формуле 3.

$$Pm1 = g(Pm0, D0) \quad (3)$$

Где g – функция определения максимально похожего психотипа на основе базового психотипа и коэффициента сомнения.

$Pm1$ – сомнения по пройденному уроку

$Pm0$ – входной психотип материала

$D0$ - Сомнение по прошлому уроку

Таким образом после прохождения каждого урока вычисляются подходящие типы подачи материала оценки за пройденный материал.

Заключение

В данной статье описаны методы организации адаптивного процесса обучения. Представлена модель на основе типов восприятия человека с возможностью адаптации на основе принятия решений.

Список литературы:

1. Brusilovsky, P., & Peylo, C. (2003). Adaptive and intelligent web-based educational systems. *International Journal of Artificial Intelligence in Education (IJAIED)*, 13, 159-172.
2. Durlach, P. J., & Lesgold, A. M. (Eds.). (2012). *Adaptive technologies for training and education*. Cambridge University Press.
3. Везиров, Т. Г., & Богатырева, Ж. В. (2015). Учет репрезентативной системы при организации информационнокоммуникационной среды вуза в подготовке специалистов. *Мир науки, культуры, образования*, (6), 69-70.
4. Зенкина, В. Г., Сахоненко, В. А., Артюшенко, Б. Г., & Солодкова, О. А. (2016). Репрезентативные системы студентов-медиков и успешность обучения в вузе. *Современные наукоемкие технологии*, (1-1), 111-114.
5. Serbin V.V., Smirnova Y.G. Psychometric Indicator of Doubt in Computer Tests (TORFL). *Психометрический показатель сомнения в компьютерных тестах. GISAP: Educational Sciences*, №4. – 2014. – P. 43-46

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ДЕРЕВООБРАБОТКИ

Ахметзянов Альберт Фанисович

*магистрант, Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова,
РФ, г. Ижевск*

Позолотин Степан Олегович

*магистрант, Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова
РФ, г. Ижевск*

AUTOMATION OF PRODUCTION OF CONSTRUCTION MATERIALS AND WOODWORKING

Albert Akhmetzyanov

*Master, Kalashnikov Izhevsk State Technical University,
Russia, Izhevsk*

Stepan Pozolotin

*Master, Kalashnikov Izhevsk State Technical University
Russia, Izhevsk*

Аннотация. В статье рассматриваются аспекты автоматизации производства строительных материалов и деревообработки, приводится обзор технического решения в данной области с применением преобразователя частоты и микроконтроллеров.

Abstract. The article discusses aspects of the automation of the production of building materials and woodworking, provides an overview of the technical solutions in this area using a frequency converter and microcontrollers.

Ключевые слова: автоматизация; микроконтроллер; строительные материалы; деревообработка; электропривод.

Keywords: automation; microcontroller; Construction Materials; woodworking; electric drive.

Дальнейший прогресс механизации процессов производства строительных материалов и деревообработки заключается в исключении из технологического процесса любого участия человека, как от физического труда, так и от обязанностей оперативного управления механизмами, осуществляющими цикл производства. Производительность автоматизированного механизма не связана с физическими возможностями человека, поэтому может достигать высокого уровня.

Механизированные процессы лесопиления и деревообработки подразумевают комплекс оборудования, расположенного в соответствии с алгоритмом технологического процесса и называемого линиями, объединяющих выполнение таких операций как обработка, сборка, транспортировка и контроль изделий.

Для лесопильных и деревообрабатывающих машин свойственны поточные, полуавтоматические и автоматические линии автоматизации.

Поточная линия – это линия рабочих машин, расположенных в порядке, соответствующем последовательности технологических операций и требующих индивидуального обслуживания, связанных между собой транспортными устройствами.

Автоматическая линия – это система взаимосвязанных рабочих машин, например станков или вспомогательного оборудования, расположенных на линии технологического процесса и осуществляющих определенную последовательность технологических операций без участия человека. и иной техникой уход со стороны рабочих.

Полуавтоматическая линия – часть технологического процесса, операции которого не требуют автоматизации и индивидуального обслуживания.

Как показывает опыт ведущих предприятий, внедряющих модернизацию деревообрабатывающих станков, автоматические линии, состоящие из элементарного универсального оборудования с малым количеством операций, получаются громоздкими, не обеспечивают необходимого уровня надежности работы и требуют большой производственной площади для установки и

эксплуатации. В то время как компактность и надежность обеспечивают линии, состоящие их универсальных и специализированных автоматизированных машин. [1]

Основная проблема при автоматизации производства строительных материалов и деревообработке заключается в том, что деревообрабатывающие станки должны выполнять множество взаимосвязанных операций. Применение преобразователя частоты и микроконтроллеров дает возможность создавать полноценные схемы управления электроприводом, включающие в себя как противоаварийные защиты, так и сложные технологические алгоритмы управления.

Известна разработка ООО Овен, которая предполагает техническое решение данной задачи: станки чашкореза и торцовочный станок для заготовки брёвен требуемой длины оснащают автоматикой, причем станки должны выполнять цикл обработки заготовок в автоматическом режиме – от одной кнопки. Кроме того, усовершенствуется электрическая схема оцилиндровочного станка и создается новая система управления для накопителя бревен и подающего рольганга. Для решения этой задачи был выбран программируемый микроконтроллер ОВЕН ПКЛ110, который обеспечил в полном объеме управление деревообрабатывающим механизмом в реальном времени. Для точного распила на машину установили электронную линейку со счетчиком ОВЕН СИ8 в режиме работы с энкодером. При этом датчик, преобразующий движение вверх-вниз, установлен на раме для изменения высоты распила доски, а вторичный преобразователь с цифровой индикацией всегда находится перед глазами оператора. Вышеописанные средства автоматизации имеют расширенный температурный диапазон, что позволяет использовать их в неотопливаемых производственных помещениях, а компактные размеры обеспечивают защиту от влаги и частиц пыли изделия, которые имеют низкий класс защиты (IP). [2]

Исходя из вышесказанного, актуальным решением задач автоматизации процессов производства строительных материалов является применение систем

управления, обеспечивающих необходимые режимы технологических процессов по заданным алгоритмам.

Список литературы:

1. Сахаров М.Д. Автоматизация деревообрабатывающего производства. / Сахаров М.Д./ Учебное пособие для средних профессионально-технических училищ. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Высшая школа, 1977. — 310 с.
2. Овен. Оборудование для автоматизации. URL: <https://www.owen.ru/>

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СЕРВИСА BUBBLE ДЛЯ РЕШЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ БЕЗ ПРОГРАММИРОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ

Поклад Кирилл Вадимович

*студент, Кубанский государственный университет,
РФ, г. Краснодар*

Юнов Сергей Владленович

*научный руководитель, канд. физ.-мат. наук, проф.,
Кубанский государственный университет,
РФ, г. Краснодар.*

Введение

Социальные сети предоставляют определенные возможности и инструментарий для присутствия бизнеса в них и монетизации своих подписчиков: личная страница, группа, продвижение постов и рекламных объявлений с помощью таргетированной рекламы, статистика своих постов и т.д.

Согласно современным трендам в социальных сетях, на первый план выходит не привлечение как можно большего числа подписчиков как таковое, а привлечение и удержание внимания своей целевой аудитории.

И с этой точки зрения, встроенного функционала и возможностей социальной сети не всегда хватает. Преимущество получает тот, кто одним из первых создает что-то новое, непривычное и выделяющееся на фоне конкурентов.

Есть специальные платные сервисы, которые предоставляют услуги по реализации дополнительных возможностей, основанных на работе с API: динамические (с обновляющейся информацией) обложки, подсчет активностей подписчиков, создание ботов и т.п.

Однако проблема в том, что для реализации собственной уникальной задумки, которая может упростить работу администратору или владельцу бизнеса или даже привлечь повышенное внимание целевой аудитории к торговому предложению, необходимо обращаться к программистам и

оплачивать их время для реализации нового, нужного человеку функционала. Этот процесс требует как финансовых вложений, так и много времени – за это время кто-то другой может успеть реализовать похожую идею и получить наибольшую прибыль.

Однако, возможно разработать собственное приложение без привлечения программистов и даже без знания языков программирования.

Задачи решаемые, платформой Bubble в условиях социальных сетей

К примеру, можно создать собственное веб-приложение для получения уведомлений о вступлении и удалении из группы пользователей, о тех, кто был забанен, о изменении настроек группы или прав пользователей.

Можно создать собственный чат-приложение для пожеланий, жалоб или для срочного принятия заказов.

Или приложение для автоматической публикации комментария к публикуемому посту. Довольно часто подписчики не оставляют комментарии, потому что боятся быть первыми и можно помочь им с этим, сделав так, чтобы при публикации отложенного поста от имени группы или администратора автоматически писался заранее заданный комментарий, располагающий к общению.

Одна из важных задач любого бизнеса – своевременный ответ потенциальным покупателям. С помощью Bubble можно настроить отправку сообщения продавцу со ссылкой на новый комментарий под постом, фотографией или под товаром.

Таким образом, практические задачи, решаемые с помощью платформы очень разнообразны. В качестве примера разработки приложения, я выбрал проблему взаимодействия с подписанной нецелевой аудиторией.

Пример решаемой задачи и ее программная реализация

С появлением алгоритма умной ленты количество подписчиков стало менее важно, чем их качество и органичность аудитории. Таким образом, старая аудитория которая никак не взаимодействует с нами или с брендом не

просто нам не нужна, а негативно влияет на продвижение и присутствие в социальных сетях.

Если удалить из подписчиков тех, кто подписан лишь формально и не читает нас или иногда читает, но никак не реагирует долгое время, то при глобальной чистке подписчиков охваты первое время могут значительно снизиться, причем при удалении пользователей из друзей ваши посты какое-то время еще будут показываться им.

Однако, при грамотном комплексном подходе – работе над контентом и продвижении, охваты вскоре вернуться к тем же или даже большим показателям при меньшем числе подписчиков. Также стоит отметить, что Вконтакте отдает предпочтение маленьким активным страницам и сообществам.

Впрочем, прежде чем удалять подписчиков имеет смысл сделать предупредительный пост о том, что вскоре те, кто долго не проявлял никакой активности будут удаляться. Речь идет не о призыве реагировать на каждый пост, а о том, чтобы те, кто является нашей целевой аудиторией, хоть иногда давали обратную связь о том что им нравится или не нравится в контенте.

Это целесообразно, потому что умная лента показывает посты аудитории похожей на ту, что уже реагирует на наши посты в социальных сетях. Таким образом, решающим фактором является качество взаимодействия с аудиторией, а не ее количество.

Да, существуют некие боты и сервисы для выполнения подобной задачи (удаления подписчиков). Но они, как правило, чистят только ботов и тех, у кого удалена страница.

Но главное, им надо предоставлять доступ к своей группе/паблику и к своему аккаунту, с помощью которого и удаляются подписчики в принадлежащих сообществах. Такие права доступа обозначены в документации Вконтакте.

И когда вы предоставляете доступы к вашему аккаунту в социальных сетях другим сервисам, это несет некоторые риски.

С помощью сервиса Bubble было реализовано приложение для бесплатного и эффективного решения этой задачи (Рисунки 1-2).

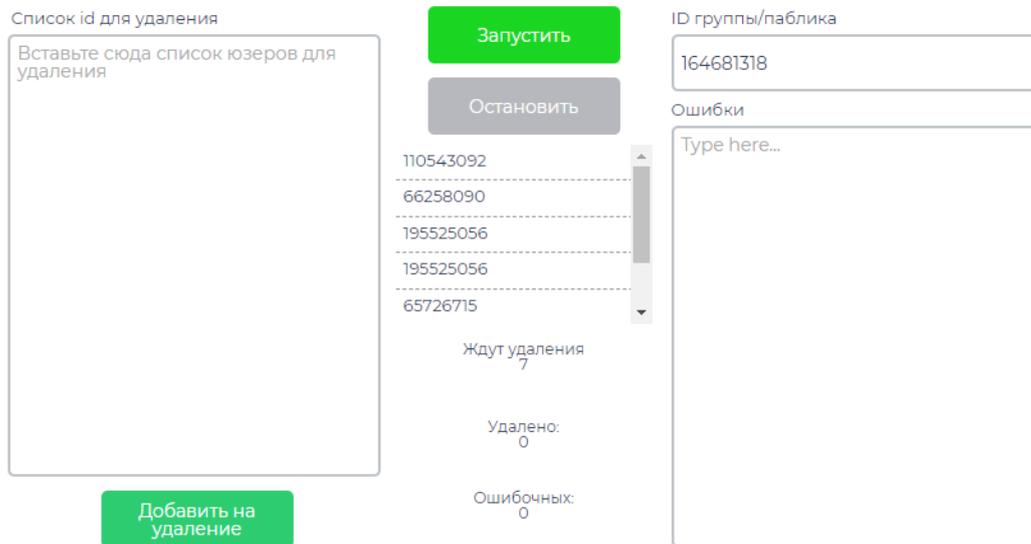


Рисунок 1. Окно приложения перед запуском программы

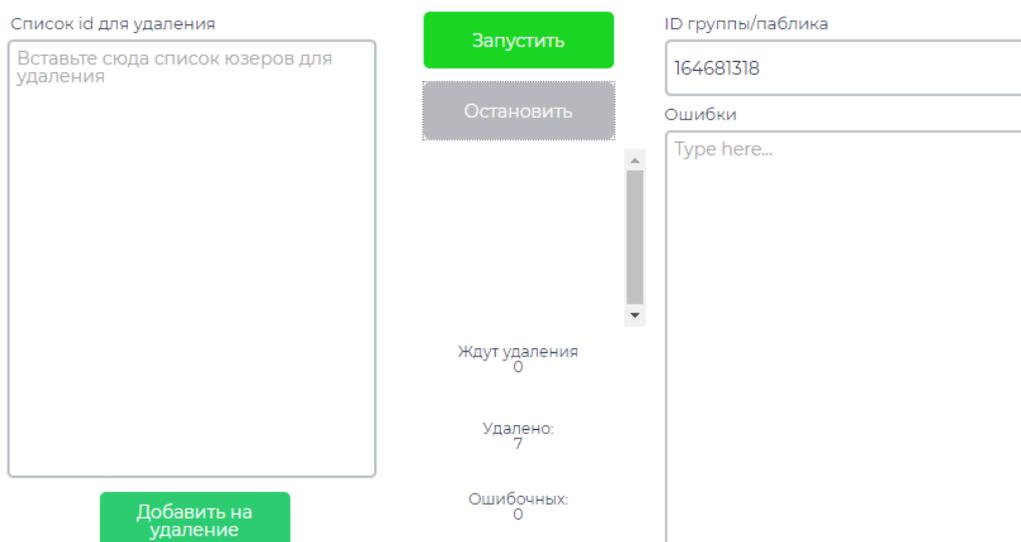


Рисунок 2. Результат успешно выполненной программы

Заключение

Таким образом, сервис визуального программирования Bubble показал себя эффективным инструментом для быстрого, бесплатного и безопасного

решения бизнес задач без привлечения платных сервисов или найма сторонних специалистов.

Преимущество визуальной среды в том, что человек сам решает насколько проработанным будет дизайн, оформление программы в зависимости от целей поставленных задач (многопользовательское решение или для личного пользования).

Разумеется, требуется потратить некоторое время и усилия, чтобы разобраться с функционалом Bubble, однако сделав это, можно будет быстро и эффективно реализовать поставленную технологическую задачу.

Список литературы:

1. Bubble User Manual [Электронный ресурс] – Режим доступа – URL <https://manual.bubble.is> Дата обращения (07.03.2019)
2. Игумен Спиридон (Баландин). Жизнь в социальных сетях [Электронный ресурс] – Режим доступа – URL http://www.pravmir.ru/article_3174.html Дата обращения (05.03.2019)
3. Александра Косака. Личный блог [Электронный ресурс] – Режим доступа – URL <https://vk.com/prostokosaka> Дата обращения (25.04.2019)

АЛГОРИТМЫ ДЛЯ АНАЛИЗА ОТВЕТОВ ОТКРЫТЫХ ВОПРОСОВ ТЕСТИРОВАНИЯ

Сейітжанов Мадияр Қайратұлы

*магистрант, Международный Университет Информационных Технологий,
Республика Казахстан, г. Алматы*

Сербин Василий Валерьевич

*научный руководитель, канд. техн. наук, ассоциированный профессор,
Международный Университет Информационных Технологий,
Республика Казахстан, г. Алматы*

ALGORITHMS FOR ANALYZING ANSWERS TO OPEN TEST QUESTIONS

Madiyar Seiitzhanov

*master student, International University Information Technology,
The Republic of Kazakhstan, Almaty*

Vasiliy Serbin

*candidate of Science, associate Professor, International University Information
Technology,
The Republic of Kazakhstan, Almaty*

Аннотация. На сегодняшний день очень популярны использовать тесты, чтобы определить уровень знания человека. В тесте встречаются закрытые и открытые вопросы. Открытый вопрос дает более подробную и разнообразную информацию. В этом случае открытый вопрос – неотъемлемый компонент опросника.

В этой статье рассматриваются алгоритмы для анализа ответов открытых вопросов. Подробно описываются и проводится сравнительный анализ таких алгоритмов как, расстояние Хемминга, расстояние Левенштейна, сходство Джаро - Винклера.

Abstract. Today it is very popular to use tests to determine the level of knowledge of a person. In the test, there are closed and open questions. An open question provides more detailed and diverse information. In this case, an open question is an integral component of the questionnaire.

This article discusses the algorithms for analyzing the answers to open-ended questions. The comparative analysis of such algorithms as the Hamming distance, the Levenshtein distance, the Jaro – Winkler similarity are described and carried out in detail.

Ключевые слова: тестирования; алгоритмы; e-learning; сравнение алгоритмов тестирования; анализ тестирования

Keywords: testing; algorithms; e-learning; comparison of testing algorithms; test analysis

1. Введение

Результаты тестирования – это очень важный момент в процессе обучения. Они представляют собой не просто итоговый балл учащихся за тот или иной тест, а позволяют подробно проанализировать процессы выполнения теста одним учащимся или сразу группой учащихся. Тест может содержаться из разных типов вопросов. Вопросы с одним или несколькими ответом или открытые вопросы. Подробный анализ результатов тестирования позволяет преподавателю увидеть основные типичные ошибки учащихся и еще раз обратить на них внимание. Для анализа ответов открытых вопросов можно использовать разные алгоритмы. Основываясь на свойствах операций, алгоритмы подобия строк можно классифицировать на несколько типов [1, с.7]:

1. На основе расстояния
2. На основе токенов
3. На основе последовательности

2. Виды алгоритмов

На основе расстояния: алгоритмы, попадающие в эту категорию, пытаются вычислить количество операций, необходимых для преобразования одной строки в другую. Чем больше количество операций, тем меньше сходство между двумя строками. Следует отметить, что в этом случае каждому символу индекса строки придается одинаковое значение.

На основе токенов: в этой категории ожидаемый ввод - это набор токенов, а не полные строки. Идея состоит в том, чтобы найти похожие токены в обоих

наборах. Чем больше общих токенов, тем больше сходство между наборами. Строка может быть преобразована в наборы путем разделения с помощью разделителя. Таким образом, мы можем преобразовать предложение в токены слов или n-граммовых символов. Обратите внимание, что здесь токены разной длины имеют одинаковое значение.

На основе последовательности: Здесь сходство является фактором общих подстрок между двумя строками. Алгоритмы пытаются найти самую длинную последовательность, которая присутствует в обеих строках, чем больше этих последовательностей найдено, тем выше оценка сходства. Обратите внимание, что здесь комбинация символов одинаковой длины имеет одинаковое значение.

2.1 Расстояние Хемминга

Расстояние вычисляется путем наложения одной строки на другую и нахождения мест, где строки изменяются [2, с.7]. Обратите внимание, что классическая реализация предназначена для обработки строк одинаковой длины. Некоторые реализации могут обойти это, добавляя дополнение в префиксе или суффиксе. Тем не менее, логика состоит в том, чтобы найти общее количество мест, где одна строка отличается от другой.

Даны строки s1 “karolin” и s2 “katerin”. Представим их пересечение в табличном виде:

Таблица 1.

Расстояние Хемминга

k	a	r	o	l	i	n
k	a	t	h	r	i	n
0	0	1	1	1	0	0

Как видим из таблицы s1 и s2 отличаются на 3 буквы. Чтобы рассчитать коэффициент сходство:

$$d = 3/7 = 0.37$$

2.2 Расстояние Левенштейна

Расстояние вычисляется путем нахождения количества правок, которые преобразуют одну строку в другую. Допустимые преобразования: вставка - добавление нового символа, удаление - удаление символа и подстановка - замена одного символа другим. Выполняя эти три операции, алгоритм пытается изменить первую строку, чтобы она соответствовала второй. В конце мы получаем расстояние редактирования. [3, с.7].

Даны строки s1 “saturday” и s2 “sunday”. Представим их пересечение в табличном виде:

Таблица 2.

Расстояние Левенштейна

	s	a	t	u	r	d	a	y
s	0	1	2	3	4	5	6	7
u	1	1	2	2	3	4	5	6
n	2	2	2	3	3	4	5	6
d	3	3	3	3	4	3	4	5
a	4	3	4	4	4	4	3	4
y	5	4	4	5	5	5	4	3

Чтобы преобразовать s1 в s2 нам потребуется сделать следующие операции:

- Удалить букву a
- Удалить букву r
- Заменить букву r на n

В итоге получается 3 операции. Чтобы рассчитать коэффициент сходство:

$$d = 3/7 = 0.37$$

2.3 Сходство Джаро - Винклера

В области информатики и статистики сходство Джаро - Винклера представляет собой меру схожести строк для измерения расстояния между двумя последовательностями символов. Это вариант, который в 1999 году предложил Уильям Э. Винклер на основе расстояния Джаро [4, с.7]. Этот

алгоритм дает высокие оценки двум строкам, если они содержат одинаковые символы, но на определенном расстоянии друг от друга, и порядок совпадающих символов одинаков. Точнее, расстояние нахождения подобного символа на 1 меньше половины длины самой длинной строки. Таким образом, если длина самой длинной строки равна 5, символ в начале строки 1 должен быть найден до или на $((5/2) - 1) \sim 2$ -й позиции в строке 2, чтобы считаться действительным соответствием. Из-за этого алгоритм является направленным и дает высокую оценку, если сопоставление выполняется с начала строк.

Даны строки $s1$ martha и $s2$ marhta. Представим их пересечение в табличном виде:

Таблица 3.

Сходство Джаро - Винклера

	m	a	r	t	h	a
m	1	0	0	0	0	0
a	0	1	0	0	0	0
r	0	0	1	0	0	0
h	0	0	0	0	1	0
t	0	0	0	1	0	0
a	0	0	0	0	0	1

Здесь максимальное расстояние составляет $6/2 - 1 = 2$. В выделенных ячейках приведенной таблицы указаны единицы, когда символы идентичны (имеется совпадение), и нули в противном случае.

Получается:

- $m = 6$
- $s1 = 6$
- $s2 = 6$
- Есть несовпадающие символы Т/Н и Н/Т, в результате: $t = 2/2 = 1$

Расстояние Джаро:

$$d = \frac{1}{3} \left(\frac{6}{6} + \frac{6}{6} + \frac{6-1}{6} \right) = 0.94$$

Чтобы найти результат Джаро — Винклера с помощью стандартного веса $p = 0.1$ мы продолжаем искать:

$$l = 3$$

Таким образом:

$$d = 0.94 + (3 \cdot 0.1(1 - 0.94)) = 0.96$$

Коэффициент сходства s_1 и s_2 равна 0.9

3. Сравнения алгоритмов

На основе проведенного обзора, проведен сравнительный анализ (Таблица 4).

Таблица 4.

Сравнения алгоритмов

Строка 1	Строка 2	Расстояние Хемминга	Расстояние Левенштейна	Сходство Джаро - Винклера
текст	тест	0.0	0.8	0.63
алгоритм	алгоиртм	0.75	0.75	0.86
разработка	разработчик	0.0	0.72	0.90
компьютер	терпьюком	0.3	0.3	0.55
документ	доктор	0.0	0.3	0.62
книга	карта	0.4	0.4	0.6
друзья	дорога	0.16	0.16	0.4
кровать	ватт	0.0	0.42	0.0

5. Заключение

Выбор алгоритма подобия строк зависит от варианта использования. Все вышеперечисленные алгоритмы, так или иначе, пытаются найти общие и не общие части строк и разложить их на части, чтобы получить оценку сходства. И без усложнения процедуры большинство вариантов использования может быть решено с помощью одного из этих алгоритмов.

Список литературы:

1. Mohit M. (2017), “String similarity — the basic know your algorithms guide!”, <https://itnext.io/string-similarity-the-basic-know-your-algorithms-guide-3de3d7346227>.
2. Crochemore M., Rytter W., Text algorithms, New York, Oxford University Press, (1994)
3. Влади́мир И. Левенштейн (1965). Двоичные коды с исправлением выпадений, вставок и замещений символов. Доклады Академий Наук СССР 163 (4): 845–8.
4. Jaro, M. A. (1989). “Advances in record linkage methodology as applied to the 1985 census of Tampa Florida”. Journal of the American Statistical Association. 84 (406): 414–20.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ВЫБОР УСТАВОК ЦИФРОВОЙ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Смагин Кирилл Александрович

*магистрант, Донской государственной технической университет,
РФ, г. Ростов-на-Дону*

Галстян Размик Арманович

*магистрант, Донской государственной технической университет,
РФ, г. Ростов-на-Дону*

Цыгулев Николай Иосифович

*научный руководитель, д-р. техн. наук, профессор,
Донской государственной технической университет,
РФ, г. Ростов-на-Дону*

Хлебников Владимир Константинович

*научный руководитель, канд. техн. наук, доцент,
Донской государственной технической университет,
РФ, г. Ростов-на-Дону*

Аннотация. В данной статье рассмотрены пример программы по автоматизированному расчёту микропроцессорной релейной защиты трансформаторов и вопросы полной автоматизации такой задачи с минимальным участием специалиста.

Abstract. This article describes an example of a program for the automated calculation of the microprocessor relay protection of transformers and the issues of the full automation of such a task with minimal expert participation.

Ключевые слова: трансформатор, релейная защита, токовая отсечка, максимально-токовая защита, короткое замыкание, дуговое замыкание.

Keywords: transformer, relay protection, overcurrent protection, overcurrent protection, short circuit, arc circuit.

Понижающие трансформаторы 6(10)/0,4 кВ являются самым распространённым элементом в сетях 6(10) кВ. Область их применения достаточно велика – от жилых домов до подстанций высокого класса напряжений, где они применяются в качестве трансформаторов собственных

нужд. Часто возникают вопросы с расчётом релейной защиты таких трансформаторов. Согласно ПУЭ на трансформаторах должны быть установлены следующие виды защит: максимальна-токовая защита (основная защита, резервирует следующий участок), токовая отсечка (дополнительная защита, быстро отключает большие токи КЗ); спец. МТЗ (имеет большую чувствительность к однофазным КЗ, чем МТЗ); защита от перегрузки (настраивается под перегрузочную характеристику и устраняет малые аварийные токи). Вопросы защиты трансформаторов предохранителями не рассматриваются.

Расчёт релейной защиты трансформаторов требует определённых навыков, опыта и владения специальной литературой, однако возможно максимально упростить все расчёты при помощи автоматизированных программ, тем самым участие человека в расчётах будет сведено к минимуму. Разумеется, один из самых ответственных и сложных этапов проектирования, а именно сбор исходных данных, в любом случае придётся выполнять что называется «вручную». Далее при расчёте уставок участие человека ограничивается выбором трансформаторов тока, наладкой релейной защиты и т.д.

К расчётам релейной защиты трансформатора стоит подходить максимально ответственно, ведь последствия неправильных расчётов или неверной наладки защиты не заставят себя долго ждать (начиная недоотпуском электроэнергии и заканчивая выходом из строя оборудования).

Программу по автоматизированному расчёту можно разработать в среде Excel. После первого этапа проектирования релейной защиты, а именно сбора исходных данных, следует приступить непосредственно к расчётам. В первую очередь необходимо задать паспортные данные трансформатора, а также токи коротких замыканий на шинах 6(10) кВ, тип отходящей нагрузки и параметры вводного автомата 0,4 кВ. К каждой цифре исходных данных следует относиться серьёзно, ведь неточность выполнения любого из этих этапов может привести к максимально неприятным последствиям. Стоит отметить, что также важен тип отходящей нагрузки – обобщённый либо бытовой. В дальнейшем это повлияет

на расчёт коэффициента самозапуска и, соответственно, на уставку максимально-токовой защиты. Напомню, что коэффициент самозапуска позволяет отстроить защиту от пусковых токов двигательной нагрузки. Тип нагрузки необходимо выбрать из выпадающего списка программы.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	ПАРАМЕТРЫ ТРАНСФОРМАТОРА								
2	$S_{НОМ}$, кВА	$U_{ВН}$, кВ	$U_{НН}$, кВ	$P_{КЗ}$, кВт	u_k , %	Способ охлаждения	Соединение обмоток		
3	630	10	0,4	7,6	5,5	Масляный	D/Yo		
4									
5	Токи КЗ на шинах 6(10) кВ			Вид отходящей нагрузки			Уставки автомата 0,4 кВ [А], [с]		
6	$I_{К.МАКС}^{(3)} =$			Обобщённая			$I_{С.3.авт0,4} =$		3750
7	8,5								
8	$I_{К.МИН}^{(3)} =$						$t_{авт0,4} =$		0,6
9	7,65								

Рисунок 1. Ввод исходных данных

Для наглядного понимания все исходные данные представим на рисунке.

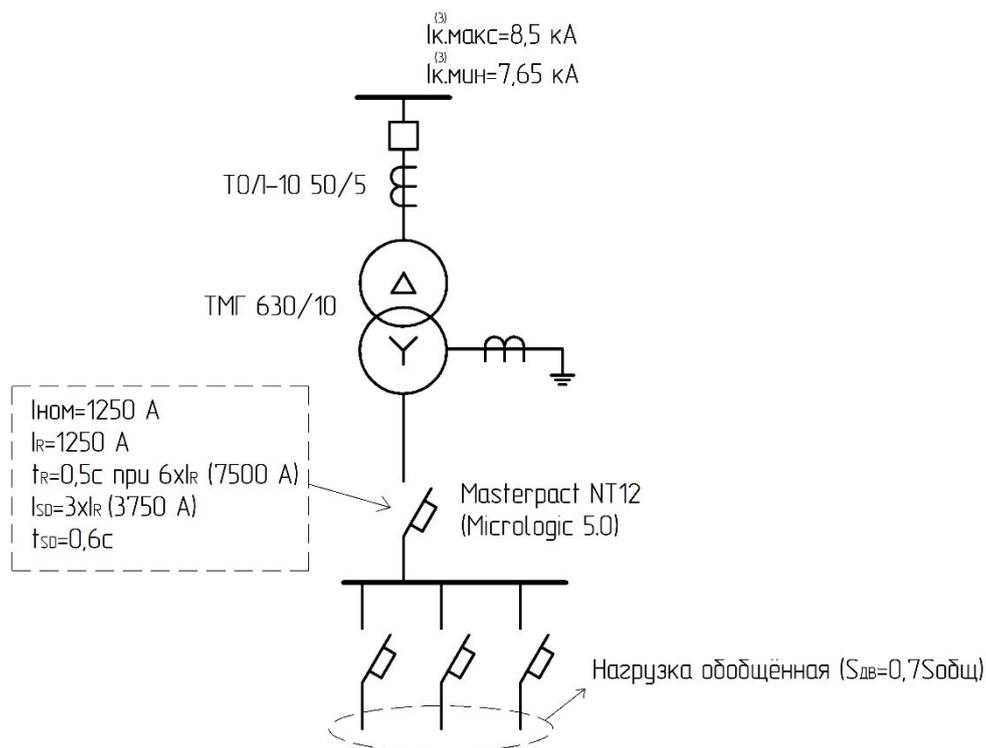


Рисунок 2. Исходные данные к расчёту релейной защиты трансформатора

После ввода исходных данных программа рассчитывает сопротивления элементов (трансформатора и системы) для расчёта токов коротких замыканий. Сопротивления приведены к стороне ВН. Также рассчитывается сопротивление

трансформатора токам нулевой последовательности, после чего можно приступать к расчётам токов КЗ. Расчёт ТКЗ для релейной защиты трансформатора – это довольно сложный и трудоёмкий этап, где очень легко допустить ошибку практически в любом месте. Особенность расчёта заключается в том, что защита трансформатора устанавливается на стороне ВН, а повреждения могут и происходят на стороне НН. Ток повреждения на стороне 0,4 кВ претерпевает существенные изменения, прежде чем попасть в защиту. На величину тока (который «увидит» релейная защита) влияют такие особенности, как трансформация через схему соединения обмоток трансформатора и через схему исполнения релейной защиты (не говоря уже о коэффициентах трансформации). Расчёт вручную требует следующего порядка действия: расчёт КЗ на стороне 0,4 кВ, приведение тока с учётом соединения обмоток на сторону 6(10) кВ, трансформация тока в защиту с учётом трансформаторов тока и схемы исполнения релейной защиты. Начинающие и неопытные инженерам могут допустить ошибку в любом из этих расчётов и, следовательно, защита может быть отстроена от тех токов КЗ, которые никогда в неё не попадут. Программа все вышеописанные нюансы учитывает автоматически и позволяет рассчитать именно те токи, которые попадут непосредственно в защиту. Стоит отметить, что расчёт ведётся для микропроцессорной защиты, которая в абсолютном большинстве выполняется по трёхрелейной схеме (даже если защита строится на двух трансформаторах тока, т.к. ток третьей фазы она, как правило, рассчитывает). Помимо металлических замыканий программа считает и замыкания через активное сопротивление дуги, т.е. дуговые замыкания. Справедливости ради стоит уточнить, что практически все замыкания на стороне 0,4 кВ происходят именно через дугу, т.е. чувствительность защиты рекомендуется проверять и по токам дуговых коротких замыканий. Сопротивление дуги принимается равным 15 мОм, приведённым к стороне 0,4 кВ. В программе формируется таблица с результатами расчётов минимальных и максимальных токов КЗ, которые попадут в защиту.

58	Токи КЗ (приведено к стороне ВН) с учётом трансформации через				D/Yo
59	Металлические				Дуговые
60	$I_{К.МАКС}^{(3)}$	$I_{К.МИН}^{(3)}$	$I_{К.МИН}^{(2)}$	$I_{К.МИН}^{(1)}$	$I_{К.МИН.Д}^{(3)}$
61					$I_{К.МИН.Д}^{(2)}$
62	0,59	0,58	0,58	0,358	0,224

Рисунок 3. Расчёт токов КЗ

Следующий этап – расчёт максимально-токовой защиты. Уставка защиты отстраивается от нагрузочных режимов и согласуется с уставкой автомата 0,4 кВ, после чего определяется чувствительность и выводится заключение о выбранной защите – обеспечивает или не обеспечивает необходимую чувствительность.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Расчёт МТЗ										
2	Выбор тока срабатывания										
3	Отстройка МТЗ от нагрузочных режимов										
4	$I_{С.з.} \geq \frac{k_H \cdot k_{сзп}}{k_B} \cdot I_{раб.макс}$										
5											
6											
7	$I_{С.з.} \geq$	1,1	x	2,3		x	48,55	=	129,93	A	
8		0,95									
9	Согласование чувствительности МТЗ с нижестоящей защитой										
10	$I_{С.з.} \geq k_{н.с.} \cdot I_{с.з.АВТ.0,4} = k_{н.с.} \cdot \left(I_{sd} \cdot \frac{U_{нн}}{U_{вн}} \right)$										
11											
12											
13	$I_{С.з.} \geq$	1,1	x	3750		x	0,4	=	157,1	A	
14							10,5				
15		Уставка МТЗ		по току			157,1	A			
16				по времени			0,9	с			
17	Проверка чувствительности МТЗ										
18		Чувствительность к металлическим КЗ					$K_{ч} = \frac{I_{КЗ.МИН.0,4}^{(1)}}{I_{С.з.}}$	2,28	>1,5		
19		Чувствительность к дуговым КЗ					$K_{чд} = \frac{I_{КЗ.МИН.0,4Д}^{(1)}}{I_{С.з.}}$	1,43	>1,2		
20											
21											
22											
23											
24	МТЗ удовлетворяет требованиям чувствительности к однофазным металлическим и дуговым замыканиям										
25	Установка спец.МТЗ от однофазных замыканий на землю не требуется										

Рисунок 4. Расчёт максимально-токовой защиты

Вывод о чувствительности защиты можно пронаблюдать в соответствующей ячейке программы. После принимается решение о необходимости установки защиты от однофазных коротких замыканий (спец.МТЗ). Необходимость установки данной защиты в большей степени

обусловлена схемой соединения обмоток трансформатора. Схема соединения обмоток влияет на сопротивление трансформатора токам нулевой последовательности. Сопротивление нулевой последовательности трансформатора со схемой соединения D/Y₀ немного меньше сопротивления прямой последовательности. Это обусловлено тем, что токи нулевой последовательности замыкаются в треугольнике и циркулируют там, не попадая в сеть. Соответственно, ток однофазного короткого замыкания для такого трансформатора будет немного превышать значение трёхфазного ТКЗ. Если же рассмотреть трансформатор со схемой соединения обмоток Y/Y₀, то здесь дела обстоят совсем иначе. Сопротивление нулевой последовательности достаточно велико и может на порядок превышать сопротивление прямой последовательности трансформатора. Токи нулевой последовательности замыкаются через бак трансформатора, болтовые соединения и др. Естественно, ввиду значительного сопротивления нулевой последовательности ток однофазного короткого замыкания будет достаточно мал, поэтому максимальная токовая защита, как правило, не чувствует данные токи, и на таких трансформаторах со схемой соединения обмоток Y/Y₀ требуется установка специальной МТЗ для защиты от однофазных коротких замыканий.

Расчёт спец.МТЗ происходит следующим образом: первоначально нужно указать, есть ли на вводном автомате 0,4 кВ токовая защита нулевой последовательности. Так, например, в некоторых автоматах фирмы Schneider Electric на базе Micrologic 5.0 и др. такая функция предусмотрена, поэтому защиту нужно согласовывать в том числе с данным автоматом. Чувствительность токовой защиты нулевой последовательности всегда очень высока, и защита может быть рекомендована к установке.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Есть ли на вводе 0,4 кВ спец.МТЗ?										Да
2	$I_{С.3.спец.авт} =$		250 А			$t_{С.3.спец.авт} = 0,3$ с					
3	Расчёт спец. МТЗ (на базе реле РСТ40-1В)										
4	Выбор тока срабатывания МТЗ										
5	$I_{С.3.спец.} \geq$		K_H	x	0,75	$I_{НОМ}$	x	K_T			
6											
7	$I_{С.3.спец.} =$	1,2	x	0,75	x	34,68	x	$\frac{10,5}{0,40}$	=	819,36	А
8											
9	$I_{С.3.спец.} \geq K_H \cdot I_{с.з.макс.0,4}$										
10											
11	$I_{С.3.спец.} =$	1,1	x	250	=	275	А				
12			Уставка спец.МТЗ		по току		819,36	А			
13					по времени		0,7	с			
14	Проверка чувствительности										
15			$K_{ч.спец.} = \frac{I_{кз.мин.0,4}^{(1)} \cdot K_T}{I_{С.3.спец.}}$		34,1		>1,5				
16											
17			$K_{ч.спец.Д} = \frac{I_{кз.мин.0,4Д}^{(1)} \cdot K_T}{I_{С.3.спец.}}$		21,4		>1,2				
18											
19											
20											

Рисунок 5. Расчёт специальной максимально-токовой защиты

После расчёта из выпадающего списка предлагается выбрать необходимый трансформатор тока, установленный в нейтрали.

23	Трансформатор тока	ТШП-0,66 400/5	
24	Ток срабатывания реле	10,24	А

Рисунок 6. Выбор трансформатора тока для установки в нейтрали

К установке в программе рекомендуется принимать токовое реле РСТ-40, для чего в интерфейс интегрированы таблица исполнения по уставкам на ток срабатывания всех типов данного реле.

Токовая отсечка отстраивается от бросков тока намагничивания и максимального тока короткого замыкания на стороне 0,4 кВ.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Расчёт ТО						
2	Выбор тока срабатывания ТО						
3	$I_{C.O.} \geq k_{отс} \cdot I_{К.МАКС}^{(3)}$						
4	$I_{C.O.} \geq$	1,1	x	0,59	=	646,8	A
5	$I_{C.O.} \geq k_H \cdot I_{БР.НАМ}$						
6	$I_{C.O.} \geq$	1,1	x	242,8	=	267,1	A
7	Уставка ТО по току 646,8 A						
8	Проверка чувствительности ТО						
9	$K_{Ч.О.} = \frac{I_{К.МИН.10}^{(2)}}{I_{C.O.}} = \frac{\sqrt{3} \cdot I_{К.МИН.10}^{(3)}}{2 \cdot I_{C.O.}}$						
10	$K_{Ч.О.} =$	$\frac{\sqrt{3} \cdot 7650}{2}$	x	646,8	=	10,2	>2
11	ТО удовлетворяет требованиям чувствительности						
12	Уставки ТО						
13	$I_{C.O.}, A$			$t_{C.O.}, c$			
14	646,8			0,1			

Рисунок 7. Расчёт токовой отсечки

После расчёта всех защит из выпадающего списка соответствующей ячейки можно выбрать необходимые трансформаторы тока, после чего все уставки автоматически пересчитаются. Соответствия между рассчитанными уставками и их названиями в блоке БМР3-125-КЛ-01 можно определить по цветовому окрасу.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	Принимаем к установке трансформатор тока													
2	ТОЛ-10 50/5													
3	МТЗ		ТО		Защита от перегрузки									
4	$I_{сз}, A$	$t_{сз}, c$	$I_{C.O.}, A$	$t_{C.O.}, c$	$I_{ПЕР}, A$	$t_{ПЕР}, c$								
5	15,7	0,9	64,7	0,1	3,6	20								
6	Уставки защит и автоматики БМР3-152-КЛ-01							Уставки по времени						
7	Функция	Уставка	Заводская установка		Диапазон	Дискретность	Коэффициент возврата	Функция	Уставка	Заводская установка		Диапазон	Дискретность	
8			Пр.1	Пр.2						Пр.1	Пр.2			
9	ТО	ТО РТ1	3 А	3 А	От 1 до 200 А	0,01 А	0,95-0,98	ТО	ТО Т	0,3 с	0,3 с	От 0 до 10 с	0,01 с	
10		ТО РТ2	2,5 А	2,5 А	От 1 до 200 А	0,01 А	0,95-0,98	МТЗ	МТЗ Т1-1	1 с	1 с	От 0 до 60 с		
11		МТЗ РТ1	2 А	2 А				МТЗ	МТЗ Т1-2	0 с	0 с			
12		К	0,05	0,05	От 0,05 до 1,2	0,001		МТЗ	МТЗ Т-2	9 с	9 с	От 0 до 180 с		
13	МТЗ	МТЗ зав.хар	1	1	От 1 до 4	1								
14		МТЗ РТ2	1,5 А	1,5 А	От 0,25 до 200 А	0,01 А	0,95-0,98							
15		МТЗ РН Ул	70 В	70 В	От 20 до 80 В	1 В	1,03-1,07							
16		МТЗ РН U2	5 В	5 В	От 5 до 20 В		0,95-0,98							

Рисунок 8. Уставки релейной защиты трансформатора

На данном рисунке предоставлен окончательный результат расчёта уставок без промежуточных вычислений.

Таким образом, разработанная программа позволяет рассчитывать релейную защиту понижающих трансформаторов 6(10)/0,4 кВ. Этапы расчётов можно систематизировать следующим образом: ввод всех исходных данных, расчёт МТЗ, если МТЗ недостаточно чувствительна, то рассчитывается спец.МТЗ от однофазных замыканий, расчёт токовой отсечки, выбор трансформаторов тока и формирование таблицы с окончательными значениями уставок.

Список литературы:

1. Правила устройства электроустановок (ПУЭ): офиц. текст. – Изд. 7-е – М. : Главгосэнергонадзор России , 2007. – 980с.
2. Шабад, М.А. Расчёты релейной защиты и автоматики распределительных сетей: Монография / М.А. Шабад – СПб.: ИЭИПК, 2003. – 4-е изд., перераб. и доп. – 350 с.
3. Блок микропроцессорный релейной защиты БМРЗ-152-КЛ-01. Руководство по эксплуатации. ДИВГ.648228.039-02.03 РЭ – НТЦ «МЕХАТРОНИКА», 2018. – 71 с.

РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЕМ БОРЩЕВИКА СОСНОВСКОГО ПУТЕМ ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ В БИОТОПЛИВО ИЛИ УНИЧТОЖЕНИЕМ ГЕРБИЦИДАМИ

Смирнова Алена Евгеньевна

*студент, Рыбинский государственный авиационный технический университет
имени П. А. Соловьева,
РФ, г. Рыбинск*

Фоменко Роман Николаевич

*научный руководитель, канд. техн. наук, доцент, Рыбинский государственный
авиационный технический университет имени П. А. Соловьева,
РФ, г. Рыбинск*

Проект направлен на развитие территорий РФ путем комплексного использования современных технических средств и IT-технологий в области переработки биоматериалов, мониторинга локаций, сбора и обработки данных. Рассмотрена проблема национального масштаба – быстрое и бесконтрольное распространение опасного растения «борщевик Сосновского», которое угрожает существующей экосистеме, жизни и здоровью людей. Показано, что существующие технологии позволяют уменьшить распространение или полностью уничтожить опасное растение борщевик Сосновского. В процессе уничтожения растений их биомассу можно использовать для получения биотоплива (биоэтанол+бензин), что сделает процесс восстановления земель из затратного в экономически выгодный, появятся новые рабочие места. Сок борщевика в период от цветения до бутонизации содержит от 17 до 30% сахара, что сопоставимо с сахарной свеклой. Для получения из борщевика биоэтанола сначала проводится сбор, измельчение и получение сока из зеленой массы борщевика. Затем в сок добавляют дрожжи или специальные спиртовые бактерии, которые превращают сахарозу сначала в глюкозу и фруктозу, а далее в этанол и углекислый газ. Далее проводят ректификацию и получают биоэтанол.

Известны способы производства биоэтанола из таких специально культивируемых сахароносных культур как сахарный тростник, сахарная

свекла, сахарное сорго и топинамбур (выход биотоплива в зависимости от объемов урожая представлен в таблице 1 [6]).

Таблица 1.

Выход конечного продукта (биотоплива) в зависимости от урожайности культуры

Культура	Урожайность, т/га	Содержание сахара, %	Выход, л/т	Выход, л/га
Сахарный тростник (зеленая масса)	65	15	70	4550
Сахарная свекла (корнеплод)	46	24	ПО	5060
Сахарное сорго (зеленая масса)	50	18	85	4250
Топинамбур (зеленая масса)	60	14	67	4020
Топинамбур (клубни)	40	22	101	4040

Предложена система комплексного мониторинга за распространением борщевика Сосновского и восстановлением земель в процессе уничтожения и переработки сорняка. Система позволяет проводить отслеживание распространения сорняка с помощью online-приложений, дронов-разведчиков, определять путем расчета биомассы и других параметров способ воздействия на сорняк: переработка в биотопливо, уничтожение гербицидами несколькими доступными методами (тяжелая техника, ручную, грузовыми дронами); определять результаты воздействия в течение длительного периода времени. Единая система сбора данных, алгоритмы оптимизации с элементами искусственного элемента, система распознавания сорняков дронами и вычисления биомассы, алгоритмы выбора технологии и выдачи полетных заданий дронам обеспечивают инновационную составляющую проекта.

На рисунке 2 показаны возможные действия по работе с борщевиком. Выкос борщевика для последующей переработки в биотопливо выполняется комбайнами. Такая технология достаточно хорошо отработана различными сельскохозяйственными компаниями.



Рисунок 2. Схема, демонстрирующая различные варианты действий по работе с борщевиком Сосновского

Анализ работ, посвященных методам борьбы с борщевиком [1, 4, 5] показал, что традиционное выкашивание является малоэффективным, поскольку растения сохраняют способность к повторному росту в течение несколько лет. Укрытие почвы плотными материалами для сдерживания роста растений является слишком трудоемким и дорогим процессом и применимо только на территориях садовых участков, где нежелательно использование химических препаратов. Наиболее эффективным способом уничтожения борщевика и других сорняков является их опрыскивание гербицидами. Глифосат (N-(фосфонометил)-глицин, $C_3H_8NO_5P$) — неселективный системный гербицид, использующийся для борьбы с сорняками, особенно многолетними. В настоящее время в продаже известны такие препараты, как: Раундап, Алаз, Аргумент, Зеро, Глифор, Глисол, Рап, Рауль, Смерш, Спрут, Торнадо, Ураган, Ураган-Форте и т. д.

Опрыскивать раствор гербицида на растения можно с помощью тракторной техники, вручную и грузовыми дронами. У каждого метода есть своя эффективная область применения.

Работа всех вышеперечисленных средств должна выполняться под контролем **единой системы** регистрации, наблюдения и контроля за распространением борщевика.

Такая система должна выполнять следующие **задачи**:

- Создание карты территорий на основе существующих приложений, например яндекс карты yandex.ru/maps;

- Регистрация на карте пользователями в специальном приложении, распространяемом через социальные сети, мест скопления борщевика (локация, фото, количество растений и т.п.);

- Полеты легких дронов над территориями, в которых ранее замечены скопления борщевика с целью распознавания растений, их количества, точных координат позиционирования как массовых, так и единичных особей;

- Создание уточненной карты распространения борщевика, определение биомассы растений, наличие возможности проехать до места распространения растений.

- Выдача рекомендаций по использованию растений: выкос и переработка в биотопливо, уничтожение тремя вышеописанными способами;

- Выдача заданий на полет грузовым дронам с гербицидом, расчет оптимального маршрута;

- Регистрация выполненных действий на всех территориях;

- Мониторинг процесса распространения борщевика и результатов проведенных мероприятий на всех территориях по дням, месяцам, годам.

Система должна использовать алгоритмы поиска оптимальных решений, заложенных на этапе программирования, а также с помощью алгоритмов работы на основе искусственного интеллекта. Алгоритм работы программного аппарата системы, отражающий этапы принятия решений, показан на схеме (рисунок 3).

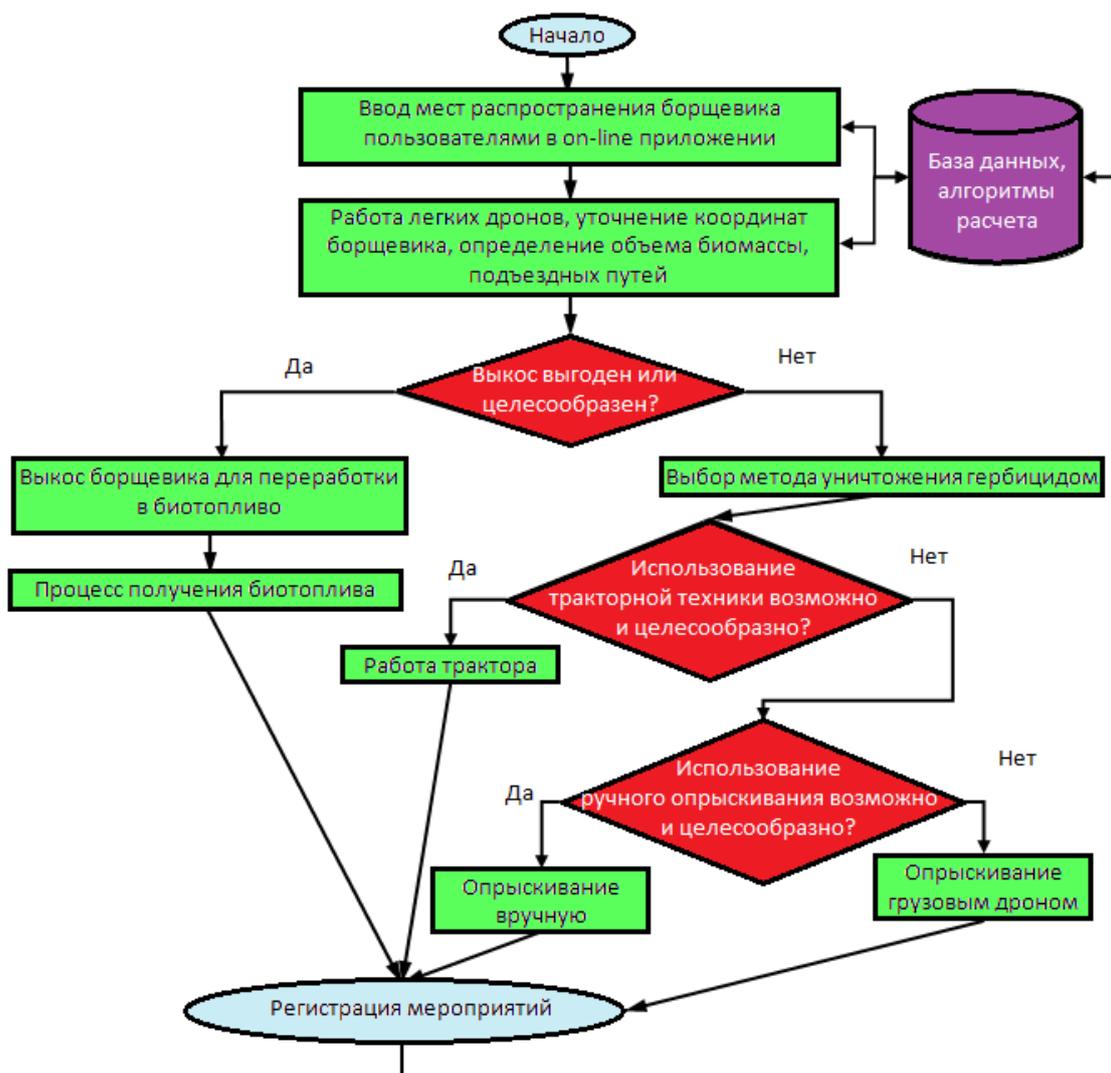


Рисунок 3. Алгоритм работы программного аппарата системы, отражающий этапы принятия решений

При регистрации проведенных мероприятий в базе данных на всех используемых территориях система должна фиксировать изменение популяции и роста растений в течение нескольких лет вплоть до полного исчезновения борщевика в местах, не предназначенных для его культивирования. Отчеты системе по распространению борщевика должны передаваться всем заинтересованным сторонам, а также работникам администраций.

Предполагается, что функционирование данной системы будет частично обеспечено из региональных бюджетов и/или федеральных бюджетов при принятии соответствующих программ по оздоровлению территорий от

опасного сорняка. Часть финансирования должна поступать от продажи полученного при переработке биотоплива.

Список литературы:

1. Методические рекомендации по борьбе с неконтролируемым распространением борщевика Сосновского. – Сыктывкар, 2008. – 28 с.
2. Василев Р.Г. Перспективы развития производства биотоплива в России. Сообщение 2 // Вестник биотехнологии и физико-химической биологии им. Ю.А.Овчинникова. – 2007. – Т.3. – №2. – 55 с.
3. Мухачев С.Г., Кузнецов Б.В., Шавалиев М.Ф., Валеева Р.Т., Емельянов В.М. Производство топливного этанола, комплексная переработка растительного сырья. // Вестник Казанского технологического университета. 2006. – 45 с.
4. Гигантские борщевики – опасные инвазивные виды для природных комплексов и населения Беларуси / Н.А.Ламан, В.Н.Прохоров, О.М.Масловский. Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф.Купревича НАННАН Беларуси.: Минск, 2009. – 21 с.
5. Почему нежелательно распространение борщевика Сосновского [Электронный ресурс]. URL <https://fermilon.ru>.
6. Биоэтанол из борщевика как дикорастущего, так и культивируемого [Электронный ресурс]. URL www.findpatent.ru.

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА СИСТЕМ ОБРАБОТКИ ВОЗДУХА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОТДЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ ВОЗДУХОВОДОВ

Сысоев Даниил Андреевич
магистрант, Сибирский федеральный университет,
РФ, г. Красноярск

Панфилов Виталий Иванович
научный руководитель, канд. техн. наук., доц.,
Сибирский федеральный университет,
РФ, г. Красноярск

В настоящее время в сфере высшего образования по направлению инженерных специальностей прослеживается тенденция уменьшения учебных часов для проведения лабораторных занятий в пользу теоретических лекций и практик. Данная тенденция затронула и направление «Теплогазоснабжение и вентиляция». Проведя анализ учебного плана подготовки бакалавров и магистров по направлению «Теплогазоснабжение и вентиляция» ИСИ СФУ целесообразно сделать следующие выводы: по направлению подготовки бакалавров выделено 3768 часов обучения, из которых 1394 часов отведено на лекции; 2032 часа отведено на практические занятия и 542 часа отведено на лабораторные работы, из которых только 36 часов выделено на проведение лабораторных работ по одному профильному предмету. Та же ситуация прослеживается в направлении магистратуры, из общих 656 часов обучения, на лабораторные работы выделено всего 16 часов для одного профильного предмета.

Данная ситуация не может не волновать, так как отсутствие лабораторных работ сильно сказывается на качестве образования будущих специалистов в сфере ТГВ. Проведение лабораторных работ по профильным предметам дает более обширные практические и теоретические знания для студентов.

В составе материально-технической базы ИСИ кафедры "ИСЗиС" находится лабораторная приточно-вытяжная установка, оборудованная всевозможными агрегатами для создания различных процессов обработки

воздуха. Реализована данная установка в 2011 г. и после этого так и не включена в учебный процесс. Наличие лабораторной установки является ключевым фактором в решении проблемы отсутствия лабораторных работ по направлению обучения «Теплогазоснабжение и вентиляция».

Цель настоящей работы: разработать (переработать) конструкцию лабораторного стенда на основе существующей приточно-вытяжной установки с комплектом автоматики, также разработать новую схему управления (автоматизации), подходящую для проведения экспериментальных исследований студентами профильного направления.

Для начального этапа выполнения работы нами была обследована существующая приточно-вытяжная установка. В состав приточной части установки входят следующие агрегаты: воздушный клапан, кассетный и карманный фильтры, теплообменник рекуператора с промежуточным теплоносителем, секция рециркуляции, водяной калорифер для зимнего режима работы, камера орошения, водяной поверхностный воздухоохладитель, водяной калорифер для летнего режима работы, канальный вентилятор и секция шумоглушения. Внешний вид установки представлен на Рис. 1.



Рисунок 1. Приточная установка: 1 – секция кассетного и карманного фильтров; 2 – клапан рециркуляции воздуха; 3 – теплообменник рекуператора; 4 – водяной калорифер; 5 – камера орошения; 6 – водяной воздухоохладитель; 7 – секция вентилятора и шумоглушителя. 8 – узел регулирования для водяного калорифера

Управления приточно-вытяжной установкой осуществляется за счет шкафа управления системы автоматизации на основе контроллера «SMH 2010» производства «Segnetics». Управление вентиляторами приточной и вытяжной части осуществляется при помощи частотных преобразователей «Schneider Electric». Принципиальная схема установки отображена на Рис. 2.

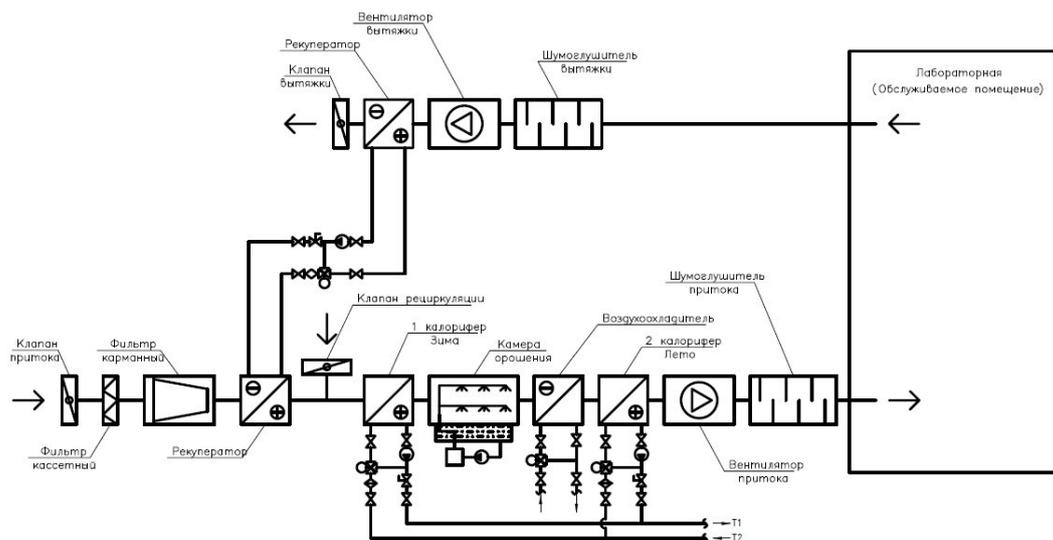


Рисунок 2. Принципиальная схема приточно-вытяжной установки

Логика работы установки сводится к поддержанию заданных параметров воздуха, т.е. у нас нет возможности отдельного управления основными агрегатами установки без использования головного контроллера. В данном виде существующая установка не подходит для проведения экспериментальных исследований.

Следующим этапом, после обследования существующей установки, идет разработка новой вариации установки, подходящей для выполнения экспериментальных исследований.

Нами предлагается оставить в качестве главного органа управления щит автоматизации, но необходимо заменить устаревший контроллер «SMH 2010» на контроллер нового поколения «SMH2G» производства «Segnetics». Технические возможности данного контроллера позволяют управлять установкой, как в режиме поддержания заданных параметров, так и в режиме

коммутации и управления отдельными агрегатами установки на наш выбор. При этом, данный контроллер позволяет в фоновом и дежурном режимах контролировать параметры воздуха, отвечающие за работоспособность стенда, т.е. при нарушении режима эксплуатации стенда контроллер отключает используемые агрегаты и переходит в аварийный, тем самым защищая стенд от механических повреждений.

На данном этапе научно-исследовательской работы, возможности предложенного нами варианта щита автоматизации на базе контроллера «SMH2G» рассматриваются только для выполнения экспериментальных исследований аэродинамических характеристик отдельных элементов системы воздуховодов. В рамках экспериментальных исследований необходимо использовать только некоторые агрегаты из состава стенда. Принципиальная схема используемых агрегатов представлена на Рис. 3.

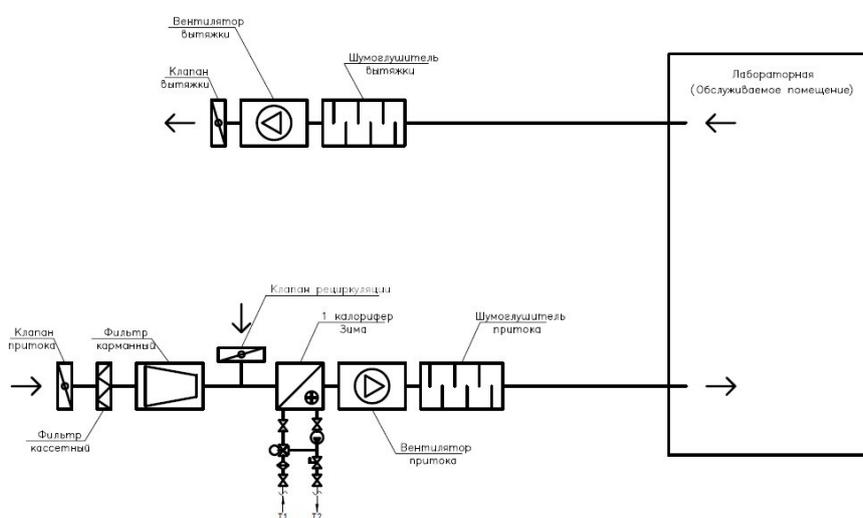


Рисунок 3. Принципиальная схема лабораторного стенда для выполнения экспериментальных исследований аэродинамических характеристик отдельных элементов системы воздуховодов

Проведение экспериментальных исследований для данной вариации лабораторного стенда предполагается с использованием только ручного режима управления агрегатами лабораторного стенда. Принципиальная схема автоматизации для ручного режима управления представлена на Рис. 4.

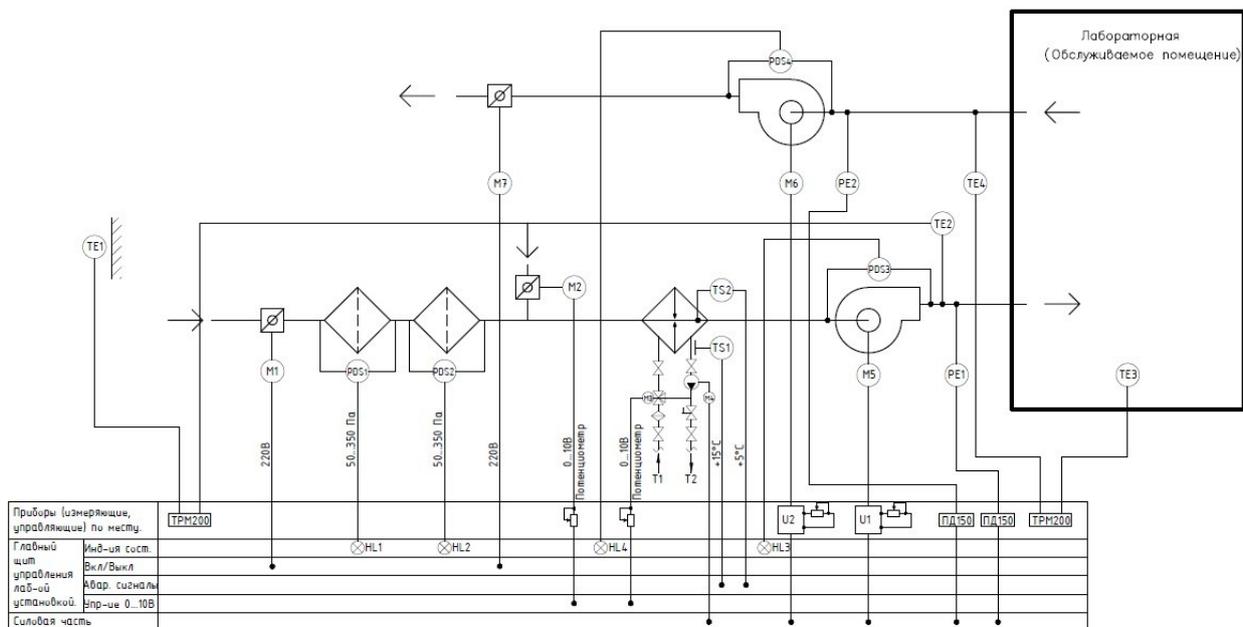


Рисунок 4. Принципиальная схема автоматизации лабораторного стенда для выполнения экспериментальных исследований аэродинамических характеристик отдельных элементов системы воздуховодов

Щит автоматизации используется в данной конфигурации только для отслеживания параметров температуры обратного теплоносителя водяного калорифера (TS1) и капиллярного термостата (TS2). Отслеживание параметров происходит в фоновом режиме, никак не влияющем на проведение экспериментальных исследований, но при срабатывании TS1 и/или TS2 происходит выключение стенда и переход в аварийный режим.

Ручное управление предусматривается для следующих агрегатов: приводы приточного и вытяжного клапанов 220В, привод клапана рециркуляции 0...10В, привод 3-х ходового смесительного клапана 0...10В, вентиляторы приточной и вытяжной части. Управление приводами клапанов 0...10В предусмотрено с использованием потенциометров. Управление вентиляторами предусмотрено с использованием существующих частотных преобразователей с дополнительной установкой потенциометров для более простого и наглядного управления. Дополнительно предусмотрены показывающие датчики температуры и давления. Для проведения исследований необходимо отслеживать температуру наружного воздуха TE1, температуру приточного воздуха на выходе из установки TE2, температуру обслуживаемого помещения TE3 и температуру

вытяжного воздуха ТЕ4, значение полного давления на выходе из приточного вентилятора РЕ1 и на входе вытяжного вентилятора РЕ2. В качестве измеряющих показывающих устройств предусмотрены блоки ТРМ200 и ПД150 производства «ОВЕН». Данные устройства позволяют измерять и показывать температуру/давление в двух разных точках.

В дальнейшем нами планируется реализация предложенных принципиальных схем лабораторного стенда и системы автоматизации на основе материально-технической базы кафедры "ИСЗиС".

Список литературы:

1. Благодаров Дмитрий Анатольевич, Костин Алексей Александрович, Сафонов Юрий Михайлович, Тарасов Алексей Сергеевич Интеллектуальные методы управления в системах вентиляции и кондиционирования воздуха // Вестник ИГЭУ. 2013. №6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/intellektualnye-metody-upravleniya-v-sistemah-ventilyatsii-i-konditsionirovaniya-vozduha> (дата обращения: 04.06.2019).
2. Ершов Сергей Викторович, Сергеева Татьяна Евгеньевна Математическое моделирование параметров помещений в интеллектуально адаптивных системах автоматического контроля микроклимата // Известия ТулГУ. Технические науки. 2013. №12-2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/matematiceskoe-modelirovanie-parametrov-pomescheniy-v-intellektualno-adaptivnyh-sistemah-avtomaticheskogo-kontrolya-mikroklimata> (дата обращения: 04.06.2019).

АВАРИЙНЫЕ РАЗЛИВЫ СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА: ХАРАКТЕРИСТИКА РАЗЛИВОВ И МЕРЫ ПО ИХ ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ

Ткаченко Виктор Александрович
студент, Институт нефти и газа СКФУ,
РФ, г Ставрополь

Сжиженный природный газ (СПГ) - это природный газ, охлажденный до температуры около -162°C . При охлаждении газ переходит в жидкое состояние, что ведет к уменьшению его объема в 600 раз. Это позволяет более экономично осуществлять хранение и транспортировку газа без необходимости строительства дополнительных соединительных газопроводов.

При хранении, перекачке и транспортировке сжиженного природного газа в условиях нарушения технологических условий данных операций, а также при нештатных (аварийных) ситуациях, возможны случаи разлива СПГ. Это в первую очередь происходит при износе соединительных узлов, клапанов или насосов – даже небольшие трещины в оборудовании характеризуются повреждением теплоизолирующего слоя, что ведет к локальному нагреву СПГ, что в свою очередь может привести к образованию газовой фазы с резким повышением давления, вплоть до разрушения оболочки оборудования [1, с. 9]. Для перекачки СПГ для предотвращения пропуска продукции через уплотнения следует применять центробежные герметичные (бессальниковые) насосы или центробежные насосы с двойным торцевым уплотнением [2, с. 8-9].

Отдельно стоит отметить возможность взрывного испарения кипящего СПГ, возникающую при резком падении давления в системе – в таком случае сжиженный газ с температурой, близкой к точке кипения, начнет чрезвычайно быстро испаряться, что нередко ведет к разрыву ёмкости или трубопровода.

При разливе даже небольшого количества СПГ жидкость при испарении образует большой объем природного газа (при нормальных условиях один объем жидкости равен в среднем 600 объемам газа).

Разлив СПГ на землю сопровождается краткосрочным периодом интенсивного кипения (с активным охлаждением поверхности земли и окружающего воздуха до отрицательных температур), после чего скорость испарения СПГ быстро падает до постоянного значения, определяющегося тепловыми свойствами грунта и притоком тепла из окружающего воздуха.

Первоначально газ, образующийся в результате испарения СПГ, имеет почти такую же температуру, как и сам СПГ и является более плотным, чем окружающий воздух.

Такой газ будет в первую очередь находиться вблизи поверхности земли, пока не нагреется, поглощая тепло из окружающего воздуха. Когда температура в облаке поднимается до $-113\text{ }^{\circ}\text{C}$ для чистого метана или приблизительно до $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ для СПГ (в зависимости от компонентного состава), он становится менее плотным, чем окружающий воздух.

Смесь газа с воздухом будет подниматься при повышении ее температуры, поскольку эта смесь имеет плотность меньшую, чем окружающий воздух.

Получившаяся газоздушная смесь может воспламениться, когда объемная концентрация паров СПГ находится в диапазоне от 4,4 % до 17 %.

Разлива СПГ также характеризуется образованием облаков «тумана», вызванных конденсацией охлажденного водяного пара в атмосфере. Непосредственная видимость «тумана» (днем и в отсутствие естественного природного тумана) – полезный показатель направления перемещения облака испаренного газа, что позволяет оценить опасность воспламенения смеси газа и воздуха.

В случае утечки из резервуаров, работающих под давлением или трубопроводов, СПГ будет распыляться в виде струйных потоков в атмосфере с одновременным дросселированием и испарением.

Этот процесс сопровождается интенсивным перемешиванием с окружающим воздухом. Большая часть СПГ будет содержаться в газовом облаке, первоначально пребывающем в виде аэрозоля.

Это приведет в конечном итоге к испарению мелких капель жидкости при дальнейшем перемешивании с воздухом.

Скорость испарения СПГ при разливах на земле может быть существенно снижена за счет использования теплоизолированных поверхностей в местах возможных утечек. Данные по скорости испарения СПГ с поверхностей различных материалов, приведены в [1, с. 6-7] и представлены в таблице 1.

Таблица 1. Скорость испарения СПГ

Материал	Скорость испарения СПГ с единицы поверхности, кг/(м ² · ч)
Композит	480
Мокрый песок	240
Сухой песок	195
Вода	190
Стандартный бетон	130
Легкий коллоидный бетон	65

При разливе СПГ на теплую поверхность (например, на поверхность воды) конвекция на ней будет настолько высока, что скорость испарения, отнесенная к площади поверхности, остается постоянной. Площадь разлива СПГ будет продолжать увеличиваться до тех пор, пока скорость испарения жидкости не станет равна скорости притока жидкости, прибывающей в результате утечки.

При морских перевозках СПГ потенциально опасным с точки зрения техники безопасности и экологии является быстрый фазовый переход (БФП), который может произойти при особо интенсивном аварийном проливе СПГ на поверхность воды. Перенос тепла от воды к пролитому СПГ приводит к моментальному переходу СПГ из жидкого состояния в газообразное. Высвобождение в процессе БФП большого количества энергии может вызвать физический взрыв, не сопровождающийся горением или химической реакцией. Потенциальная опасность быстрых фазовых переходов может быть высокой, но, как правило, опасная зона ограничена районом разлива.

В целях предотвращения аварийных разливов СПГ и устранения их последствий рекомендуется принимать следующие меры:

- Своевременное проведение оценок риска разлива для объектов и сопутствующих операций по перекачке и транспортировке СПГ;

- Разработка официального плана мероприятий по предотвращению и ликвидации аварийных разливов, учитывающего основные модели и масштабы разливов. План должен быть подкреплен наличием необходимых ресурсов и подготовленного персонала. Следует обеспечить наличие и удобное размещение специального оборудования, необходимого для ликвидации любых разливов, в том числе и небольших;

- Оснащение промышленных и перевалочных объектов системами раннего обнаружения утечек газа, предназначенными для выявления утечки газа и облегчения поиска источника выброса;

- Проверка наличия надлежащей вторичной защитной оболочки трубопроводов и наземных резервуаров СПГ и её целостности;

- Подбор материалов для труб и оборудования, подвергающегося воздействию сверхнизких температур, необходимо проводить исходя из международных стандартов проектирования и эксплуатации объектов, связанных с СПГ [1, с. 12-15].

В случае выброса газа следует обеспечить возможность его безопасного рассеивания, для чего обеспечить максимально эффективную вентиляцию участка, где произошел выброс, и свести к минимуму возможность накопления газа в закрытых или частично закрытых помещениях.

В случае разлива СПГ ему следует дать возможность испариться, по возможности, понижая интенсивность испарения, например, за счет его покрытия расширяющейся пеной.

Список литературы:

1. ГОСТ Р ЕН 1160-201_ СЖИЖЕННЫЙ ПРИРОДНЫЙ ГАЗ Общая характеристика (проект, первая редакция) ;
2. ГОСТ Р 56352-2015 Нефтяная и газовая промышленность. Производство, хранение и перекачка сжиженного природного газа. Общие требования безопасности.

ТЕХНОЛОГИИ НАНЕСЕНИЯ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛЕЙ ГОРЯЧЕГО ТРАКТА ГТД

Туль Полина Алексеевна

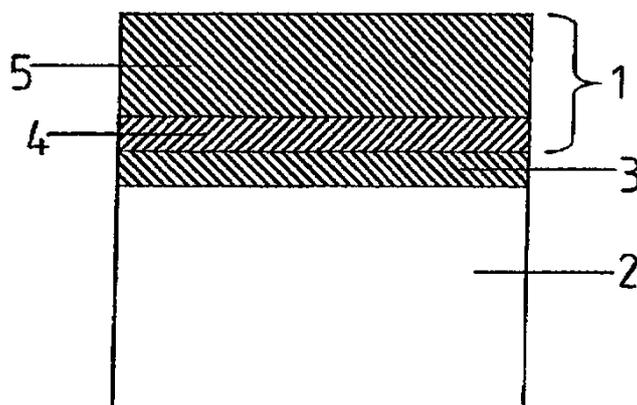
*Студент, Московский авиационный институт,
РФ, г. Москва*

Аннотация. В данной статье представлен обзор ряда научных работ, в которых исследованы свойства и технологии нанесения покрытий, обеспечивающих теплозащитный эффект изделия. Была изучена доступная информация по созданию жаростойких покрытий и ТЗП ведущими организациями в этой области: ВИАМ и ОКБ им. А.Люльки. А также были выявлены достоинства и недостатки некоторых широко применяемых методов в двигателестроительной отрасли.

Ключевые слова: теплозащитные покрытия (ТЗП), шликерное нанесение, электронно-лучевое нанесение, магнетронное нанесение, газотурбинный двигатель (ГТД).

Приоритетным направлением в современном авиационном двигателестроении является увеличение эффективности газотурбинных установок. Однако повышение желаемых служебных и тактико-технических характеристик напрямую связано с ростом давления и рабочих температур газа в горячем тракте двигателя. Данное явление подтверждает необходимость разработки новых теплозащитных покрытий (ТЗП), удовлетворяющих большому количеству неустанно возрастающих требований. Вследствие появления таких высокотехнологичных материалов возникает вопрос — как их наносить.

ТЗП имеют связующее покрытие, жаростойкий и теплозащитный слой. [2]



ФИГ. 1

Рисунок 1. Структура теплозащитного покрытия

- 1 – ТЗП;
- 2 – лопатка;
- 3 – связующее покрытие;
- 4 – первый (жаростойкий) слой;
- 5 – второй (теплозащитный) слой

Одним из наиболее часто применяемых методов нанесения покрытий является *шликерный метод*.

Его сущность заключается в предварительном нанесении на поверхность детали тонкого слоя шликера (пасты или суспензии), содержащего порошки металлов, их сплавов или окислов, либо их смесей, и в последующей сушке и обжиге при высоких температурах [2].

Анализ исследования, в котором представлены шликерные покрытия, наносимые на различные группы материалов, включая неметаллические [3-5], позволяет выявить технологические преимущества и недостатки данного метода.

Преимущества:

- относительно простой процесс получения сложных и многокомпонентных покрытий
- возможность местного нанесения покрытий на часть детали, что становится максимально ценно при ремонте изделия
- высокая экономичность при нанесении покрытий на крупные детали со сложной поверхностью

Недостатки:

- невозможность покрытия внутренних поверхностей полых деталей
- сложность обеспечения равномерности слоёв по толщине
- зависимость качества и свойств покрытия от квалификации оператора

Несмотря на широту применения шликерного метода нанесения ТЗП на детали газового тракта ГТД, данный метод имеет перспективу в нанесении защитных покрытий на такие сложные детали, как лопатки турбин ГТД.

Вторым по частоте применения *является метод электронно-лучевого напыления покрытий со столбчатой структурой (EB-PVD)*.

На практике данный метод проходит в два этапа: 1 этап — электронно-лучевое испарение компонентов покрытия и 2 этап — осаждение их из паровой фазы на подложку.

Для использования электронно-лучевой технологии испарения и последующего осаждения из паровой фазы необходимы керамические слитки из испаряемого керамического материала. Качество конденсированного керамического слоя зависит от однородности испаряемого слитка. Технология нанесения теплозащитного покрытия состоит из следующих операций: подготовка поверхности, нанесение подслоя, нанесение керамического слоя, отжиг керамического слоя [6].

Широта использования метода электронно-лучевого напыления позволяет говорить о ряде его преимуществ:

- напыление в широком спектре толщин покрытий
- полная автоматизация процесса нанесения
- высокая однородность слоёв покрытия
- получение низкого коэффициента теплопроводности на изделии
- значительное повышение ресурса работы изделия

Но несмотря на стратегическую важность использования технологии (EB-PVD), она имеет ряд недостатков:

- низкая производительность аппаратуры для нанесения

- возникновение рентгеновского излучения и, как следствие, возможность появления радиационных дефектов

- трудоёмкость нанесения покрытия на детали сложной формы
- повышение стоимости изделия на 10-12%

Стоит отметить, что только после разработки электронно-лучевой технологии нанесения покрытий со столбчатой структурой из керамических материалов стало возможным эффективное применение ТЗП на рабочих лопатках турбин высокого давления авиационных ГТД и промышленных турбин.

Самым малоизученным и перспективным методом является *магнетронный метод нанесения в присутствии реактивных газов* [7].

Системы, которыми метод осуществляется, относятся к системам распыления диодного типа, в которых распыление материала происходит за счёт бомбардировки поверхности мишени ионами рабочего газа, образующимся в газе аномально тлеющего разряда [8].

Исследования, проведённые на керамических ТЗП показали, что магнетронный метод формирования таких покрытий является высокоэффективным и конкурентоспособным в сравнении с зарубежными аналогами [9].

В список преимуществ, которыми обладает магнетронный метод входят:

- низкая степень дефектности
- большая скорость распыления
- высокая производительность
- отсутствие перегрева
- малая степень загрязнения подложек
- равномерное покрытие большой площади

К недостаткам следует отнести:

- относительная сложность метода
- высокая стоимость оборудования

Т.к. в настоящее время не разработана технология изготовления деталей горячего тракта для ГТД, удовлетворяющая возросшим эксплуатационным

требованиям, то нанесение теплозащитных покрытий является в высокой степени важной и перспективной областью разработок.

Формируемые представленными методами покрытия и результаты их испытаний позволяют сказать, что существующие методы удовлетворяют требованиям сегодняшнего дня.

Список литературы:

1. Мубояджян С.А., Будиновский С.А., Гаямов А.М., Матвеев П.В. Высокотемпературные жаростойкие покрытия и жаростойкие слои для теплозащитных покрытий // Авиационные материалы и технологии. 2013. №1. С. 17–20.
2. Харламов, Ю.А. Некоторые технологические аспекты производства деталей с защищенными покрытиями [Текст] // Ю.А. Харламов. Новые методы нанесения покрытий напылением. – Ворошиловград, 1975. – С.14 – 17
3. Артеменко Н.И., Симонов В.Н., Власова Д.В. Исследование процесса осаждения нитрида титана на установке ионно-плазменного напыления МАП-3 // Труды ВИАМ: электрон. науч.-технич. журн. 2017. №12 (60). Ст. 11. URL: <http://www.viam-works.ru>
4. Астапов А.Н. Разработка высокотемпературных защитных покрытий на углеродсодержащие композиционные материалы применительно к особотеплонагруженным элементам конструкций авиакосмической и ракетной техники: дис. ... канд. техн. наук. М., 2011. 207 с.
5. Д. С. Кашин, П. Е. Дергачева, П. А. Стехов Жаростойкие покрытия, наносимые шликерным методом (обзор) // Труды ВИАМ: электрон. науч.-технич. журн. 2018. №5 (65). Ст. 12. URL: <http://www.viam-works.ru>
6. Д. С. Кашин, П. А. Стехов Современные теплозащитные покрытия, полученные методом электронно-лучевого напыления (Обзор) // Труды ВИАМ: электрон. науч.-технич. журн. 2018. №2 (62). Ст. 7. URL: <http://www.viam-works.ru>
7. И. В. Дермель, К. А. Шашкеев Особенности магнетронного распыления металлов в присутствии реактивных газов (Обзор) // Труды ВИАМ: электрон. науч.-технич. журн. 2017. №11 (59). Ст. 10. URL: <http://www.viam-works.ru>
8. Каблов Е.Н. Инновационные разработки ФГУП «ВИАМ» ГНЦ РФ по реализации «Стратегических направлений развития материалов и технологий их переработки на период до 2030 года» // Авиационные материалы и технологии. 2015. №1 (34). С. 3–33. DOI: 10.18577/2071-9140-2015-0-1-3-33.
9. Мубояджян С.А., Будиновский С.А., Гаямов А.М., Смирнов А.А. Получение керамических теплозащитных покрытий для рабочих лопаток турбин авиационных ГТД магнетронным методом // Авиационные материалы и технологии. 2012. №4. С. 3–8.

ОПЕРАТИВНАЯ ОЦЕНКА НЕВОВЛЕЧЕННЫХ ЗАПАСОВ БЕЗЫМЯННОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Турабаева Александра Викторовна

*студент, Тюменский индустриальный университет,
РФ, г. Тюмень*

Белкина Валентина Александровна

*научный руководитель, канд. физ.-мат. наук, доцент,
Тюменский индустриальный университет,
РФ, г. Тюмень*

В разработке месторождений не вовлечены как целые залежи, так и части залежей, в пределах которых ведется добыча углеводородов. При значительно большом количестве объектов отсутствует единая методика оценки невовлеченных запасов. Перед нами была поставлена задача – разработать алгоритм оценки качества запасов и визуализировать полученный результат.

Для проведения анализа по невовлеченным запасам и созданию прототипа было выбрано Безымянное месторождение.

В административном отношении Безымянный участок расположен на территории ХМАО. Согласно тектонической карте данный ЛУ приурочен к Красноленинскому своду. Безымянный ЛУ относится к Красноленинскому НГР, одноименной НГО.

Месторождение многопластовое, выявлены залежи нефти в доюрских образованиях, отложениях тюменской, абалакской, тутлеймской, викуловской свит. Работы выполнены на примере объекта тюменской свиты пласт X. Запасы по данному объекту составляют четверть от всех запасов по месторождению, однако фонд скважин по пласту X реализован лишь на 10%. В связи с этим нам необходимо провести оценку данного объекта с целью вовлечения запасов в разработку[2].

В настоящее время в научной литературе нет единого определения и однозначной терминологии невовлеченных запасов углеводородов. Для выполнения поставленных задач нами было выделено четыре основных критериев: геология, инфраструктура, заповедная территория, плотность

сейсмической изученности. По критерию «Геология» были выбраны пять характеристик, которые мы могли применить, работая с объектом X Безымянного месторождения.

Нами были построены карты: градации по удаленности от планируемых к вовлечению участков на территории лицензионного участка,

Карта распространения эффективных нефтенасыщенных толщин, карта коэффициента нефтенасыщенности (рис 1).

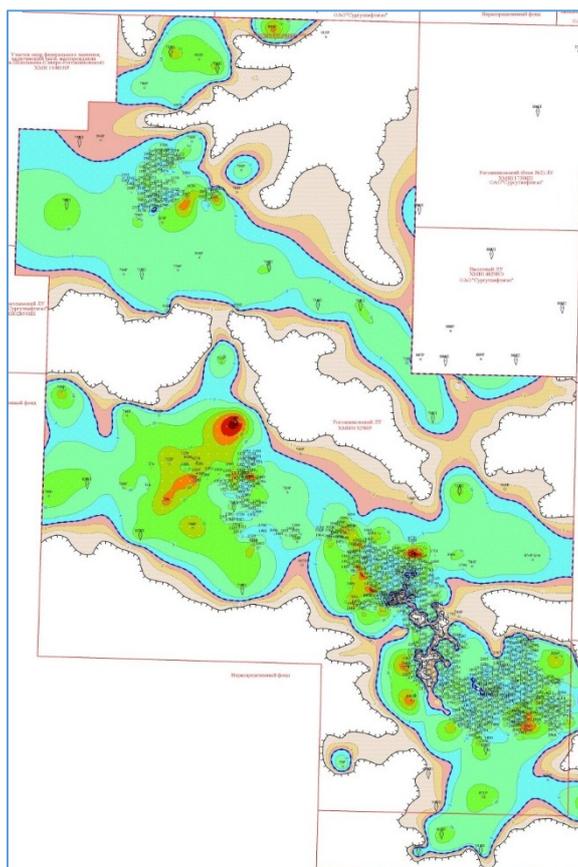


Рисунок 1. Карта коэффициента нефтенасыщенности

По критерию «Инфраструктуры» нами была проанализирована удаленность от дорог. По критерию «Заповедная территория» были проанализированы водоохранные, священные зоны. По сейсмической изученности исследуемый ЛУ был разбит на области изученности.

Используя возможности созданной нами программы, мы построили карту качества запасов (рис 2). Анализируя карту можно выделить зоны повышенного

качества, нормального качества, низкого качества. Такую градацию можно применять ко всем картам.

Нами разработан прототип программного обеспечения в среде Visual Studio на языке программирования С# (Сишарп), позволяющая загружать геологические данные. Загруженные данные представлены в виде отдельных гридов, каждой точке которых присвоена числовая характеристика соответствующего параметра, разработан калькулятор, выполняющий математические операции, реализована возможность построения буферных зон, внедрена функция цветовой визуализации [1].

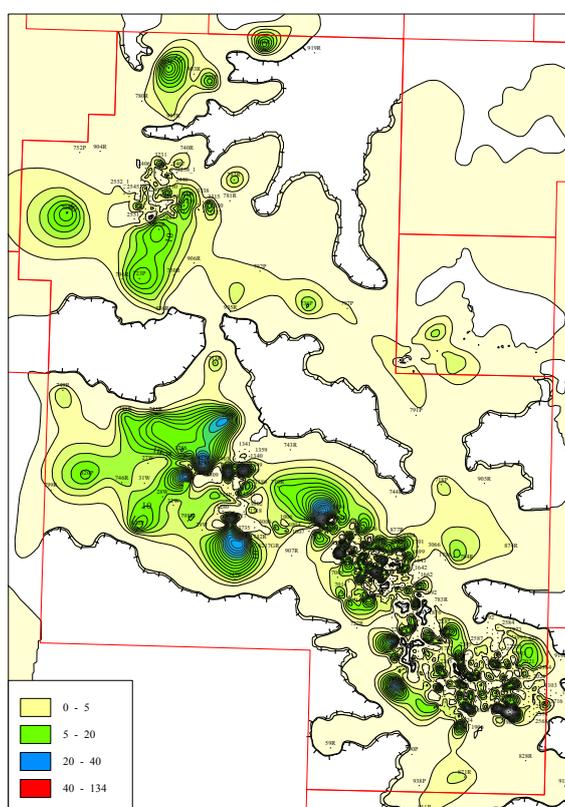


Рисунок 2. Карта качества запасов

Для анализа реализован сквозной просмотр значений каждого слоя в определенной точке, просмотр информации по скважинам, значения смежных ячеек выбранного слоя.

Для построения карты распространения запасов использовались формулы подсчета геологических и извлекаемых запасов нефти.

При сложении карт распространения малоперспективных и перспективных участков нами была получена карта распространения извлекаемых запасов по пласту X Безымянного месторождения (рис. 3).

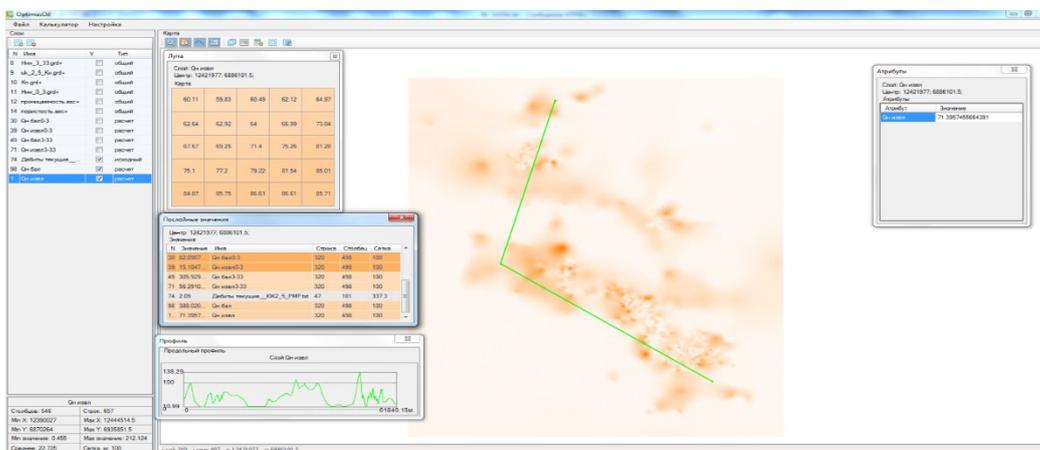


Рисунок 3. Карта распространения извлекаемых запасов

Подводя итоги проделанной нами работы были сформированы критерии оценки качества запасов, выполнено построение карт, создан прототип «Ortimus Oil», в котором реализовано чтение карт, внедрен базовый набор инструментов. На текущем этапе нами проработан критерий «геология» - построены карты качества и распространения запасов.

Данный прототип может быть использован для оценки и выбора любого сценария развития изучаемой территории. Программа позволит стадийно внедрять перспективные объекты в разработку с наименьшими затратами и позволит оценить разные варианты дальнейших действий.

Список литературы:

1. Рекомендации по методике геофизических исследований и геологической интерпретации материалов для нефтеносных районов Западной Сибири. Калинин, 1984.
2. Геология нефти и газа Сибирской платформы. Под ред. А.Э. Канторовича и др. Недра. М. 1981.

АНАЛИЗ КОМПЛЕКСА ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ, С ЦЕЛЬЮ ДЕТАЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ

Турабаева Александра Викторовна

*студент, Тюменский индустриальный университет,
РФ, г. Тюмень*

Белкина Валентина Александровна

*научный руководитель, канд. физ.-мат. наук, доцент,
Тюменский индустриальный университет,
РФ, г. Тюмень*

ANALYSIS OF THE COMPLEX OF GEOLOGICAL AND GEOPHYSICAL DATA FOR THE PURPOSE OF A DETAILED STUDY OF THE GEOLOGICAL STRUCTURE

Alexandra Turabayeva

*Postgraduate Student, Department of Oil and Gas Geology,
Tyumen Industrial University,
Russia, Tyumen*

Valentina Belkina

*Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Department
of Geology of Oil and Gas, Tyumen Industrial University,
Russia, Tyumen*

Аннотация. В настоящее время на территории Западной Сибири выявлены и вовлечены в разработку основные рентабельные запасы углеводородов, сосредоточенные в объектах с хорошо прогнозируемыми свойствами и однородными по разрезу и площади толщинами коллекторов. Для пополнения ресурсной базы требуется максимально подробное изучение сложнопостроенных залежей и перспективных объектов, связанных с ачимовской толщей и отложениями тюменской свиты. Наибольший интерес с точки зрения ресурсного потенциала представляет тюменская свита.

Abstract. At present, in the territory of Western Siberia, the main profitable hydrocarbon reserves have been identified and are involved in the development, concentrated in facilities with well-predicted properties and uniform reservoir thicknesses in the section and area. To replenish the resource base, the most detailed

study of complex deposits and prospective objects associated with the Achimov formation and sediments of the Tyumen suite is required. Of greatest interest in terms of resource potential is the Tyumen suite.

Ключевые слова: юрские отложения, нефтегазоносность, геологоразведочные работы, корреляция, коэффициент пористости, коэффициент песчаности.

Keywords: Jurassic sediments, oil and gas bearing capacity, geological exploration, correlation, porosity coefficient, sandness ratio.

Целью настоящей работы является детальное изучение геологического строения юрских отложений и оценка перспектив нефтегазоносности месторождений Безымянного свода на основе анализа комплекса геолого-геофизических данных, разработка рекомендаций по основным направлениям геологоразведочных работ.

При изучении юрских отложений выбранного района работ выполнен комплекс исследований. Построены региональные схемы: схемы по фильтрационно-емкостным свойствам; проведен анализ и сопоставление составленных схем, качественная оценка перспектив нефтегазоносности и выделение первоочередных объектов для проведения дальнейших геологоразведочных работ.

Для реализации поставленной цели, в работе решались следующие основные задачи:

- детальное геолого-геофизическое изучение юрских отложений;
- корреляция юрских отложений с индексацией продуктивных пластов;
- определение структуры выявленных и невыявленных запасов и выбор наиболее оптимальных направлений ГРП по поиску новых залежей нефти в юрских отложениях;
- выявление зон с увеличенными толщинами коллекторов, преимущественно связанных с палеоруслами по данным сейсморазведочных работ МОГТ 3Д;

На основании подготовленных региональных корреляционных схем с привлечением поисково-разведочных, эксплуатационных скважин были выделены, прослежены и уточнены стратиграфические разбивки по опорному горизонту (рис. 1). Выполнен анализ изменения толщин и насыщения юрских отложений.

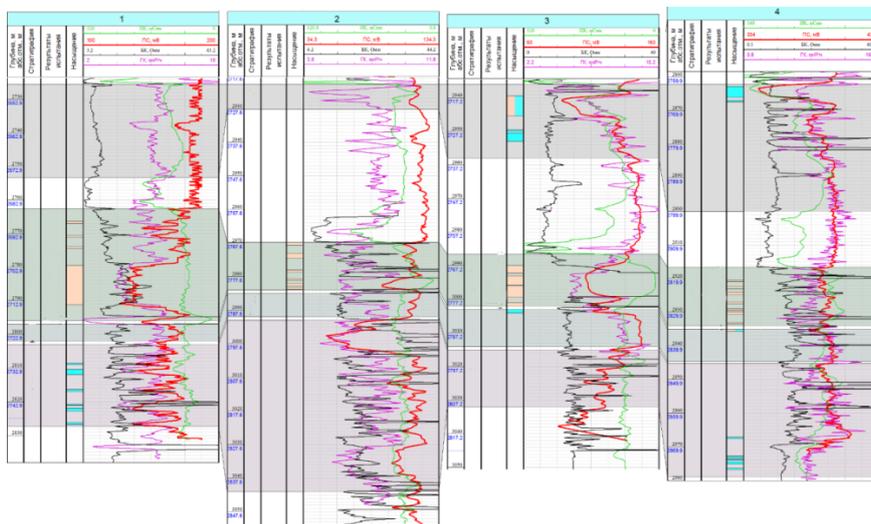


Рисунок. 1. Корреляция юрских отложений по выбранному району работ

В результате была получена региональная схема юрских отложений, увязанная со стратиграфическими разбивками по поисково-разведочным, эксплуатационным скважинам на площади исследований. Выполнен анализ сейсмических срезов временных кубов по результатам МОГТ 3Д на месторождениях Безымянного свода, по которым были выделены предполагаемые палеорусла и проведено сопоставление с полученными результатами поисково-разведочного и эксплуатационного бурения.

На основании проведенных работ получены следующие результаты и выводы: 1. Наибольшие нефтенасыщенные толщины приурочены к центральным частям месторождений Безымянного свода. 2. Тюменская свита представляет собой несколько локальных поднятий в северо-западной, юго-западной, северо-восточной и юго-восточной частях[1]. Поднятия располагаются на различных гипсометрических отметках.

Наибольшая песчаность приурочена к северо-восточному локальному поднятию, где она достигает 50%. Наименьшая песчаность приурочена к

юго-западной части. Исходя из анализа карты песчанистости, можно сделать вывод, что пласт довольно выдержанный, имеет четкую тенденцию, а также уменьшение коэффициента песчанистости происходит с северо-востока на юго-запад. Песчанистость косвенно указывает на направления палеорусел [2]. Палеоруслы прослеживаются в зонах с высоким значением коэффициента песчанистости (Рис. 2).

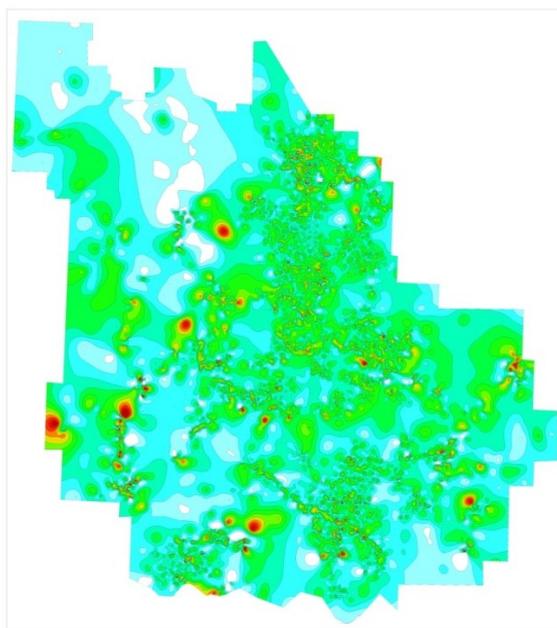


Рисунок 2. Карта коэффициента песчанистости

Для решения главной задачи исследований выполнено комплексирование материалов сейсморазведки (срезы), подготовленных схем, ГИС, испытаний, керны и выделены направления развития палеорусел, для изучения которых определены районы для доразведки боковыми и углубленными скважинами, а также поисково-разведочным бурением.

Использование методов построения региональных схем, характеризующих перспективы нефтеносности тюменских отложений, ранее позволило уточнить местоположение заложения скважины 1. Скважиной вскрыты русловые отложения высокой мощностью, получен промышленный приток нефти, размещен куст скважин.

Таким образом, в результате проведенных работ автором подготовлено геологическое обоснование для доразведки тюменской свиты в пределах Безымянного свода.

Список литературы:

1. Яковлев В.В. Направления развития когнитивных технологий в периметре Блока разведки и добычи компании «Газпром нефть» / Нефтяное хозяйство, 2017. 6-23с.
2. Кутузов М. Цифровая революция: как будет меняться нефтегазовая промышленность/ Нефть и капитал, 2017. 74с.

ПОИСКОВЫЕ КРИТЕРИИ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ПОРОД ФУНДАМЕНТА

Турабаева Александра Викторовна
студент, Тюменский индустриальный университет,
РФ, г. Тюмень

Белкина Валентина Александровна
научный руководитель, канд. физ.-мат. наук, доцент,
Тюменский индустриальный университет,
РФ, г. Тюмень

Аннотация. В настоящее время авторами многих публикаций отмечается, что тектонические глубинные разломы являются путями периодической миграции глубинных флюидов. Во многих нефтегазоносных регионах мира, в рифтовых зонах доказана генетическая связь нефтегазоносности и глубинных тектонических разломов. Для рифтовых структур характерно наличие различных аномалий: магнитных, гравитационных, сейсмических, температурных [1].

Ключевые слова: нефтегазоносность, фундамент, месторождение, лицензионный участок, шельф, температурный градиент.

В данной работе рассмотрена связь аномальных зон, выделенных по данным распределения геотемпературного градиента, грави- и магнито-разведки на Безымянном лицензионном участке (ЛУ) Красноленинского свода и на месторождении Вьетнама (Белый Тигр), приуроченных к рифтовым структурам.

Цель: Проследить связь температурных, гравитационных и магнитных аномалий для определения перспективных участков, заложения поисковых и разведочных скважин, а также для актуализации информации, в связи с бурением глубокой скважины №1П.

Задачи: 1. Построение карты температурного градиента по Безымянному ЛУ и месторождению южного шельфа Вьетнама – Белый Тигр.

2. Прослеживание изменения температур от глубины на графиках, выявление скважин с аномальными температурными градиентами.

3. Установление зависимостей аномалий с притоками.

Залежи углеводородов в толще фундамента, как правило, связаны с различными аномалиями: магнитными, гравитационными, температурными, образование которых можно объяснить генетической связью нефтегазоносности с глубинными тектоническими разломами, являющимися путями миграции флюидов в рифтовых зонах.

Рифтогенная стадия- это период в развитии земной коры, в течение которого происходило раскалывание и раздвигание континентальной коры или ранее замкнувшейся более древней океанической структуры. Комплексы рифтогенной стадии представлены чередующимися осадочными и вулканогенными породами [2].

Для рифтогенных структур характерны аномально высокие тепловой и флюидный потоки, которые проявляются главным образом в зонах разломов – основных каналов для поступления газов, флюидов (Г.А. Куриленкова и И.Ш. Усманов, 2009 г.)

При рассмотрении перспектив нефтегазоносности пород фундамента актуальной проблемой является прогноз качества коллектора.

Для изучения связи нефтегазоносности с глубинными разломами рассмотрено одно из хорошо изученных месторождений Красноленинского свода, по которому построена карта распределения температурных градиентов (рис. 1). На карте видно, что в некоторых скважинах, находящихся в аномальных зонах геотермический градиент в три и более раз отличается от нормального, что может объясняться вертикальной миграцией водонефтяных флюидов и газов по тектоническим нарушениям, широко развитым в пределах Красноленинского свода.

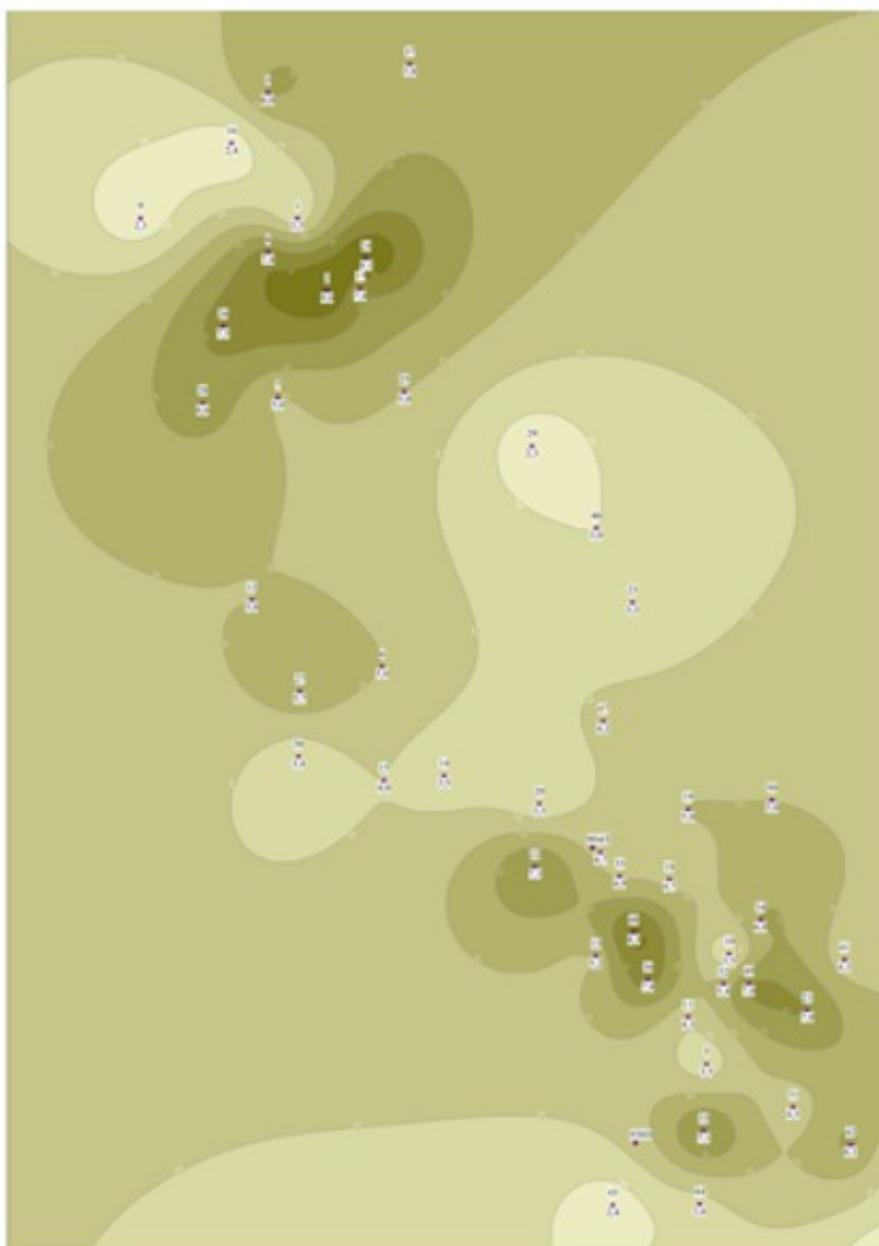


Рисунок 1. Карта распределения температурных градиентов

С целью получения поисковых критериев, карта распределения температурных градиентов сопоставлена с данными гравимагнитных исследований, проведенных в исследуемом районе в 2009 г.[2]. В результате чего установлено, что зоны положительных геотемпературных аномалий согласуются с отрицательными локальными аномалиями гравитационного и магнитного полей.

Изменчивость гравитационного поля свидетельствует о процессах, связанных с изменением плотности и образованием пустотного пространства. Локальное понижение поля силы тяжести вызвано повышенной

трещиноватостью части разреза [2]. В свою очередь, отрицательные значения магнитного поля указывают на наличие углеводородов, так как нефть является диамагнетиком в отличие от вмещающих ее пород.

Одним из поисковых критериев при выделении перспективных объектов может являться совпадение по отрицательному знаку магнитного и гравитационного полей в зоне повышенных температур.

Температура в пласте определяется близостью к проводящим глубинным разломам, плотностью теплового потока, а также вещественным составом горных пород и их теплопроводностью. В связи с чем, можно предположить наличие связи между нефтегазоносностью пород и их составом. Однако, по данным анализа керна и результатов бурения скважин закономерностей не выявлено.

В Западной Сибири в доюрском комплексе залежи углеводородов приурочены к блокам фундамента различного вещественного состава. Признаки нефтегазоносности установлены в различных по петрографическому составу породах: от ультраосновных, основных, кислых интрузивных и эффузивных магматических до метаморфических и эффузивно-осадочных пород. Зависимость продуктивности скважин от состава пород не установлена. По генезису коллекторы являются вторичными, они сформировались при сочетании эрозионных, деформационных и гидротермальных процессов. С областями восходящих потоков ассоциируются положительные температурные аномалии, с нисходящими - отрицательные аномалии.

Выводы:

1. Залежи углеводородов в трещинно-каверновых коллекторах доюрского комплекса связаны с проводящими глубинными тектоническими разломами, являющимися путями миграции флюидов в рифтовых зонах.

2. Совпадение положительных температурных аномалий и отрицательных локальных гравитационных и магнитных аномалий может служить поисковым критерием для выделения ловушек углеводородов.

3. Зависимость продуктивности скважин от состава пород не выявлена. По генезису коллекторы являются вторичными, они сформировались при сочетании эрозионных, деформационных и гидротермальных процессов.

Список литературы:

1. Гаврилов В.П., Гулев В.Л., Карнаухов С.М., Леонова Е.А. Геологическое строение и нефтегазоносность северного шельфа Вьетнама (Шонгхонгский прогиб): в 2 частях. Часть 2. –М.: ООО «Издательский дом Недра», 2014. – 167 с.: ил.
2. Ванисов А.М., Шелихов А.П., Куликов Д.П., Тренин Ю.А. Строение и прогноз нефтегазоносности доюрского основания Рогожниковско-Ляминской зоны (8 поисковых и лицензионных участков) по гравимагнитным и сейсморазведочным данным. Труды ЗАО «ЗапСибЮг». – Тюмень: ЗапСибЮг, 2009. – Вып. 66. – с. 46 - 48.

ОБЗОР ПРОТОКОЛОВ СВЯЗИ В ПРОМЫШЛЕННЫХ СЕТЯХ

Харитонов Виктор Сергеевич

*студент, Национальный исследовательский Мордовский госуниверситет
им. Н.П. Огарёва,
РФ, г. Саранск*

Никулин Владимир Валерьевич

*научный руководитель, канд. техн. наук, заведующий кафедры
«Инфокоммуникационные технологии и системы связи», Национальный
исследовательский Мордовский госуниверситет им. Н.П. Огарёва,
РФ, г. Саранск*

REVIEW OF COMMUNICATION PROTOCOLS IN THE INDUSTRIAL NETWORKS

Victor Kharitonov

*student of «Infocommunication technologies and systems», national research
Mordovian State University it. N.P. Orageva St,
Russia, Saranck*

Vladimir Nikulin

*candidate of engineering sciences,
head of the department "infocommunication technologies and communication
systems", national research Mordovian state University. N. P. Ogarev,
Russia, Saranck*

Аннотация. В статье рассматриваются основные протоколы связи, применяемые в промышленных сетях. Раскрываются особенности применения, а так же их вариации, связанные с поставленными задачами. Авторы указывают на преимущества и недостатки протоколов на основе их внутренней архитектуры и области применения.

Abstract. The article discusses the main communication protocols used in industrial networks. Discloses the features of the application, as well as their variations associated with the tasks. The authors point out the advantages and disadvantages of the protocols based on their internal architecture and scope.

Ключевые слова: кадр данных, кадр ошибки, RTU, ASCCI, Industrial Ethernet, кадр запроса.

Keywords: frame data, frame error, RTU, ASCCI, Industrial Ethernet, frame query.

Автоматические системы управления получают все более широкое распространение. Происходит постоянное увеличение списка технологических процессов, в которых для эффективного управления необходимо разворачивать системы сбора и обработки информации. Одной из наиболее актуальных задач управления является разработка и внедрение или усовершенствование систем сбора данных. Наиболее оптимальной с точки зрения стоимости системы и выполнения поставленных задач с определенной степенью надежности, являются распределенные системы сбора данных. Особенностью таких систем является децентрализация, т.е. наличие нескольких локальных контроллеров управления взаимодействующих друг с другом, но не влияющих на работу всей системы в случае отказа.

Оконечными устройствами в промышленных сетях могут быть датчики, производящие многократные измерения какого-либо параметра технологического процесса, или различного рода механизмы, не требующие сложных процессов управления, например, электрические приводы или клапаны. Взаимодействие конечных устройств с контроллерами не предъявляет особых требований к пропускной способности сети.

Часто запрос от контроллера к датчику происходит с определенным интервалом времени. С одной стороны, это не нагружает сеть, с другой отсутствует сигнализация о резком изменении какого-либо параметра, например, температуры, до момента отправки очередного запроса.

Принятая от датчиков информация обрабатывается в контроллерах и подготавливается к передаче на диспетчерское устройство, чаще несколько, например, персональный компьютер.

Следующим иерархическим этапом сети выделяют локальную сеть предприятия, к которой также подключены персональные компьютеры диспетчеров. Локальную сеть предприятия целесообразно строить с топологией «звезда» по технологии Ethernet.

Основными протоколами обмена информацией в распределенных системах сбора данных можно выделить разновидности Modbus, Profibus, CANOpen, Industrial Ethernet и др.

На рисунке 1 изображена распределенная система сбора данных с указанием протоколов обмена информацией.

Стандарт промышленной сети CAN (Controller Area Network, сеть контроллеров) разработан в середине 80-х годов XX века компанией Robert Bosch GmbH. В настоящее время применяется в автомобилестроении, системах «умный дом». В сетях сбора данных служит для объединения оконечных устройств с контроллерами. Может осуществлять передачу данных как по медным или оптическим проводникам, так и по радиоканалу. На практике открытый протокол реального времени CANopen обычно применяется в сетях с топологией «шина» и кабелем «витая пара». Протокол различает четыре вида кадров:

- кадр данных (data frame) – передача данных;
- кадр запроса (remote frame) – запрос на повторную передачу потерянного или искаженного кадра;
- кадр перегрузки (overload frame) – формирование паузы между кадрами данных или запроса;
- кадр ошибки (error frame) – сигнализирует об ошибке в сети.

Скорость передачи информации зависит от протяженности канала связи и может достигать 1 Мбит/с.

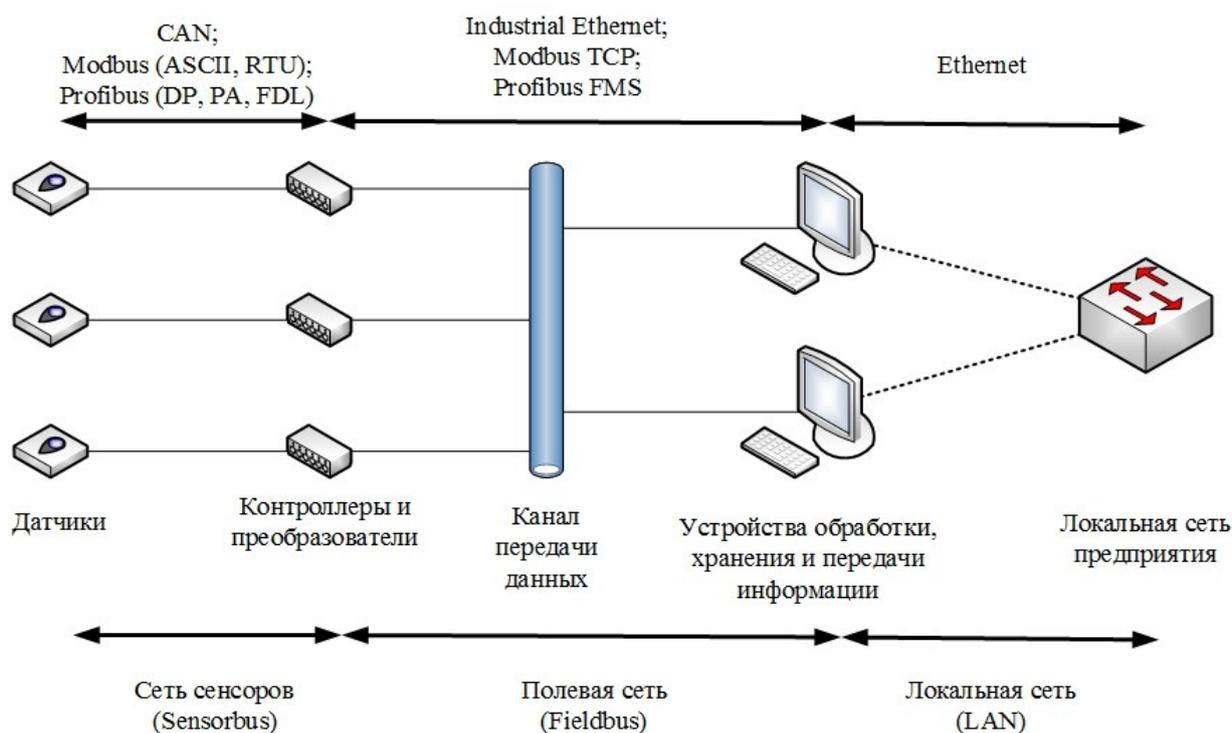


Рисунок 1. Стандарты связи в промышленных сетях

Протоколы сети сенсоров Modbus ASCII и Modbus RTU применяются для связи датчиков и исполнительных механизмов с контроллерами. Различие между ASCII и RTU заключается в способе кодирования символов.

При использовании таблицы ASCII каждый символ содержит два байта данных.

При кодировании RTU символ кодируется одним байтом последовательности, что повышает скорость передачи данных.

Преимуществом ASCII кодирования является упрощенная система декодирования и управления данными.

Кроме того, протоколы уровня сенсоров могут напрямую взаимодействовать с протоколом полевой сети Modbus TCP, что также сокращает задержку в обработке и передаче данных.

Минимальной единицей передаваемой информации в протоколе Modbus является общий пакет PDU (Protocol Data Unit) для всех физических уровней модели OSI, содержащий код функции и данные пакета. PDU инкапсулируется в пакет ADU (Application Data Unit), который добавляет специфичную для

конкретного физического уровня информацию, зависящую от применяемого протокола (Modbus ASCII, RTU или TCP). В зависимости от выполняемой функции, поле данных пакета PDU может быть четырех типов:

- Discrete Inputs – однобитовый тип, только чтение;
- Coils – однобитовый тип, чтение и запись;
- Input Registers – 16-битовый тип, только чтение;
- Holding Registers – 16-битовый тип, чтение и запись.

Преимуществами протокола Modbus являются простота программной реализации, надежный метод контроля ошибок.

Из недостатков выделяют способ взаимодействия «ведущий/ведомый», что не позволяет ведомым устройствам передавать данные вне определенных интервалах времени.

Стандарт Profibus (Process Field Bus) был разработан в 1987 года в Германии компанией Siemens.

Основными областями применения протокола являются машиностроение и системы управления промышленным оборудованием.

Физической средой работы протокола могут быть как медная витая пара, так и оптоволоконный кабель. На уровне сети сенсоров Profibus может работать по двум протоколам DP и PA. Profibus PA (Profibus Process Automation) – протокол, реализуемый только по медной витой паре.

Отличительной особенностью является возможность обеспечивать питание устройств сети через шину.

Максимальная скорость передачи данных около 32 кбит/с. Profibus DP (Profibus Decentralized Peripherals) – основной протокол, получивший широкое распространение в децентрализованных сетях благодаря быстрому обмену данными между устройствами сети.

Преимуществами протокола являются высокая скорость реакции «ведомого» устройства на запрос «ведущего» и стойкость к воздействию электромагнитных полей. Скорость передачи информации может достигать 12 Мбит/с. На канальном уровне Profibus DP взаимодействует с Profibus FDL

(Profibus Field Data Link), который обеспечивает прямое соединение с протоколом полевой сети Profibus FMS (Profibus Fieldbus Message Specification). Протокол канального уровня FDL способен обеспечить выполнение каждым «ведущим» устройством своей задачи в точно определенный период времени, а также максимально ускоряет взаимодействие «ведущих» устройств с «ведомыми». Profibus FMS обеспечивает обмен данными между контроллерами и диспетчерскими устройствами. Максимальная скорость передачи данных может достигать 12 Мбит/с.

Industrial Ethernet (промышленный Ethernet) был разработан для взаимодействия контроллеров и диспетчерских устройств в промышленных сетях. Применение обычного Ethernet в децентрализованных сетях ограничивало отсутствие гарантии обмена малым количеством информации с высокой точностью. Однако, дополнив стек протоколов TCP/IP рекомендацией RFC1006, удалось обеспечить частую передачу коротких сообщений. Кроме того, были разработаны новые разъемы и кабели для работы в специфических промышленных условиях. Преимуществами применения промышленного Ethernet являются:

- высокая скорость передачи данных (до 10 Гбит/с);
- возможность применения существующего оборудования, поддерживающего Ethernet;
- низкая стоимость обслуживания сети;
- несложная организация резервирования каналов связи;
- исключение проблемы коллизий;
- сегментирование сети и т.д.

Основным и важным недостатком Industrial Ethernet является значительное превышение служебной информации пакета TCP/IP (68 байт) по сравнению с пересылаемой информацией (8 байт).

Однако этот недостаток компенсируется высокой скоростью передачи данных. Кроме того, Industrial Ethernet имеет возможность взаимодействовать с другими протоколами полевого сегмента промышленной сети.

При проектировании промышленных сетей необходимо четко формулировать задачи, выполняемые устройствами системы.

Особое внимание необходимо уделять таким параметрам сети как скорость обработки запросов и ответов, пропускная способность сети, возможность масштабирования.

Проведя анализ нескольких протоколов передачи данных в промышленных сетях можно сделать вывод, что выбор протокола зависит от поставленных задач и является специфичным для большинства технологических процессов.

Список литературы:

1. Денисенко В. Энциклопедия АСУ ТП. [Электронный ресурс]. URL: <https://bookasutp.ru/> (дата обращения 05.05.2019).
2. Фатыхов М.Б. Протоколы связи в АСУ ТП. [Электронный ресурс]. URL: <http://plcsystems.by/articles/651> (дата обращения 05.05.2019).
3. CAN in Automation. Technical documents. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.can-cia.org/groups/specifications/> (дата обращения 05.05.2019).
4. Modbus Technical Resources. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.modbus.org/tech.php> (дата обращения 05.05.2019).
5. Profibus. Technical Description and Books. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.profibus.com/#collapseTechnicalDescriptionsBooks> (дата обращения 05.05.2019).
6. Industrial Ethernet Advisory Group. [Электронный ресурс]. URL: <https://web.archive.org/web/20120311020405/http://www.industrial-ethernet.org/> (дата обращения 05.05.2019).

ВИДЫ И УСТРОЙСТВА ГАЗОВЫХ КОЛПАКОВ

Хомяк Олег Евгеньевич

*студент, Омский государственный технический университет,
РФ, г. Омск*

Щерба Виктор Евгеньевич

*научный руководитель, профессор, д-р техн. наук,
Омский государственный технический университет,
РФ, г. Омск*

Основная проблема поршневых насосов в том, что в процессе работы агрегата постоянно изменяется подача и давление за определенный промежуток времени. Есть два основных способа выравнивания подачи и давления в поршневых насосах: первое, это конструктивные изменения, «спаривание» нескольких насосов в один агрегат, увеличение числа поршней, применение насосов двукратного действия. И второй способ, установка дополнительного оборудования, иными словами газового демпфера (далее газовый колпак)[1, с. 62]. Рассмотрим демпферы для гашения пульсаций давления.

Колпаки газовые определяются как конструкции, которые оказывают влияние на гармоническую составляющую уровня давления. Иными словами, газовые колпаки должны влиять на изменения давления со скоростями между одной и двумя тысячами метров за секунду.

ДЕМПФЕРЫ ПУЛЬСАЦИЙ

Гидравлические демпферы были спроектированы и изготовлены для решения задачи по уменьшению скачкообразных нагрузок на элементы исполнительного механизма в гидравлических системах. Сейчас рассмотрим один из видов промышленных демпферов - демпфер пульсаций, о котором пойдет речь в этой статье.

Из-за неоднородной подачи рабочей жидкости в гидравлическую систему возможны появления пиковых нагрузок или кратковременные падения давления. Эти отрицательные процессы зачастую связаны с тем, что поршневой насос подает давление в систему порционно, один раз за один оборот, при этом поршень совершает возвратно-поступательное движение. Демпфер пульсаций

выступает в виде устройства, которое методом скопления энергии сглаживает колебания нагнетаемой насосом рабочей жидкости.

Его исходная конструкция состоит из двух полостей, разделенных гибким материалом, способным к деформации. Суть работы и устройство демпфера пульсации очень похоже, с работой гидравлического аккумулятора, но имеются ряд отличий. Гидравлические демпферы пульсаций небольших размеров применяются в тех случаях, где важна необходимость в очень строгих и четких дозировках исходных жидкостей.



Рисунок 1. Мембранный демпфер пульсаций давления и мембраны

Гидравлические демпферы пульсаций обладают следующими особенностями:

- доступен широкий диапазон рабочих температур благодаря отсутствию уплотнений, подверженных быстрому износу;
- разделитель среды может быть выполнен из различных материалов – железная гофра, тефлон и другие;
- демпферы совместимы с агрессивными щелочными и кислотными средами, а также с продуктами, в состав которых входит бензин;
- конструкция подсоединения демпфера предусматривает попадание гидравлических ударов и пульсаций жидкости точно на демпфер.

По конструктивному исполнению разделяют несколько видов демпферов: первый вид - сильфонный, второй - мембранный и третий вид - баллонный. В конструкции сильфонного демпфирующего устройства используется в качестве разделителя жидкостной и воздушной используется железная гофра. Данные

демпферы часто используются в очень сложных, чувствительных и агрессивных средах при самых температурах.



Рисунок 2. Баллонный демпфер пульсаций

В мембранном демпфирующем устройстве, газовая и жидкостная среды разделены с помощью мембраны из каучука (резины). Для агрессивных сред может использоваться мембрана из тефлона.

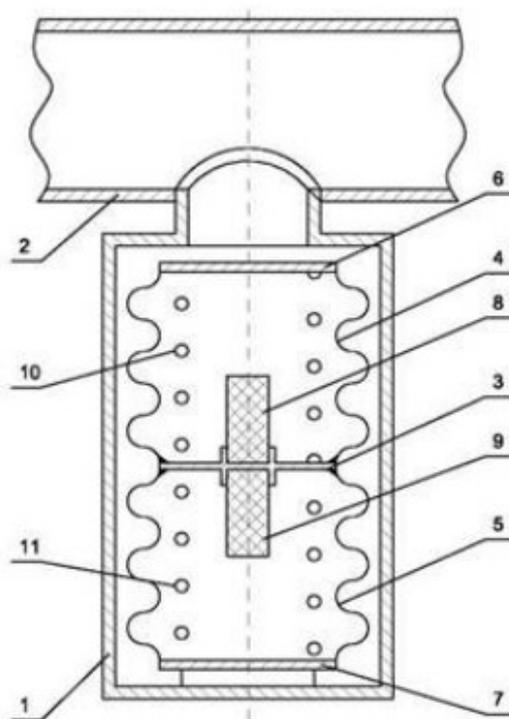


Рисунок 3. Сильфонный демпфер

Демпфирующее устройство сильфонного типа (рис.3) работает следующим образом: при образовании гидравлического удара в рабочей среде,

протекающей по трубопроводу 2, или пульсаций давления последние воздействуют на демпфирующие элементы 4 и 5, которые установлены внутри ответвления 1 тупикового вида, выполненные в виде сильфонных оболочек с заглушенными торцами 6 и 7.

Оболочки сжимаются одновременно с пружинами 10 и 11 и тем самым деформируются, влияя на пульсации давления и гидравлический удар принимая данные усилия на себя. Чтобы уменьшить повреждение оболочек при значительных гидравлических ударах, внутри гофр установлены упругодеформируемые упоры 8 и 9, которые при соприкосновении с торцами 6 и 7 дополнительно рассеивают лишнее давление в трубопроводе 2. Последовательная установка этих оболочек 4 и 5 обеспечивает требуемую степень гашения пульсаций давления рабочей среды (или теплоносителя).

Применяемый в промышленности демпфер пульсации баллонного типа (рис.2) используется в нагнетающих и поглощающих гидравлических линиях. В поглощающем варианте, необходимость установки демпфера обусловлена достаточно длинным трубопроводом между насосом и баком. Этот демпфер является конструкцией большого размера с небольшим баллоном внутри.

В наше время все больше гидравлических систем разрабатывается с возможной установкой колпаков, что позволит уменьшить массо-габариты самой системы и увеличить надежность гидравлической установки, а также повысить эффективность и улучшить технические характеристики.

Демпферы-аккумуляторы.

По своей природе это аккумуляторы флуктуаций течения, которые перехватывают или отсекают пульсации давления. Так же их называют демпферами "двойного назначения".

Демпферы имеющие двойное назначения определены также как аккумуляторы, предназначенные воздействовать на флуктуации течения, что, заодно, позволяет предупреждать избыточные пульсации вследствие воздействия фактора ускорения (это замечено только в случае применения возвратно-поступательных насосов), а также останавливать и рассеивать

волнообразное распространение перепада давления (иногда называемое акустическими волнами).

Типичны в комплектации с эластомерными мембранами из синтетического каучука в случаях, когда синтетический каучук сочетается с применяемыми в вашей системе жидкостями. Работают в диапазонах как низких, так и высоких диапазонов давления.

Комплектуются с мембранами типа PTFE "FlexFlon" - "тефлон" Дюпон для более агрессивных жидкостей. Работают в диапазонах как низких, так и высоких диапазонов давления. Наиболее распространённым методом уменьшения пульсационных характеристик гидросистем является использование воздушных колпаков (гидроаккумуляторов).

Воздушный колпак представляет собой камеру, наполовину заполненную воздухом, давление которого примерно равно давлению жидкости в системе. За счёт деформации воздуха, колпак должен обеспечить более равномерное движение жидкости и спокойную работу насоса. Достоинствами являются: простота изготовления, удовлетворительные качества сглаживания пульсаций давления.

Недостатки воздушных колпаков – их большие габаритные размеры, что, как следствие, увеличивает и габаритные, и массовые характеристики гидроустановок [2. с. 131 – 132].

Другим вариантом снижения пульсационных характеристик в гидросистемах является применение приёма дросселирования потока жидкости. Однако, при этом резко возрастает потребляемая мощность, что позволяет использовать данный метод лишь в гидросистемах с малыми расходными характеристиками.

Список литературы:

1. Ведерников М.И. Машинист компрессорных и насосных установок химической промышленности. М.: Профтехиздат, 1963.-388с.
2. Абдурашитов С.А., Тупиченков А.А., Вершинин И.М., Тененголец С.М. Насосы и компрессоры. М.: Недра, 1974. - 296 с.

**ОСНОВНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ
НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ПЕРЕЕЗДЕ
НА ПРИМЕРЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПЕРЕЕЗДА
«МЕЛЬКОМБИНАТ» В ГОРОДЕ КУНГУРЕ**

Чуприков Илья Николаевич
студент ЛФ ФГБОУВО ПНИПУ,
РФ, г. Лысьва

Лунегова Анастасия Антоновна
научный руководитель, канд. экон.наук
Заместитель заведующего кафедры ТД ЛФ ФГБОУВО ПНИПУЮ
РФ, г. Лысьва

Для обеспечения безопасности на железнодорожном переезде, немало важно водителю транспортного средства соблюдать ПДД и быть внимательным, но это лишь одна из причин, которые сказываются на безопасности. Техническое оснащение так же играет большую роль в обеспечении безопасности. Движение по железнодорожному переезду, станет максимально безопасным после разделения автодорожного и железнодорожного полотна (сооружение тоннелей или мостов над железнодорожными путями). К сожалению, применение этих мер в наше время являются, слишком кардинальными и наиболее затратными. Есть наименее затратные способы обеспечения безопасности на жд переезде – установка зеркал и оптических датчиков.

Автоматика на переезде должна включаться, когда поезд находится на определенном расстоянии от переезда. Необходимо предусматривать определенный гарантийный запас времени для большей безопасности[1, с. 148].

Скорости проследования поездов по железнодорожному переезду представлена в таблице 3.1.

Таблица 1.

Скорости проследования поездов по железнодорожному переезду

	Скорость, км/ч	
	Грузовой поезд	Пассажирский
Обслуживаемый дежурным работником	70	40
Не обслуживаемый дежурным работником	50	25
Проезд на перегоне	80	120

Максимальная скорость проследования грузового поезда на перегоне 80 км/ч, пассажирского 120 км/ч. Скорость грузового поезда на переезде без дежурного составляет 50 км/ч, пассажирского – 25 км/ч.

Расчетная длина участка извещения к переезду определяется по формуле:

$$L_p = 0,28 \cdot V_p \cdot t_u \quad (1)$$

где V_p - максимальная скорость поезда на перегоне, 120 км/ч;

t_u - расчетное время извещения, с;

$$t_u = t_m + t_{cn} + t_r \quad (2)$$

где t_m - время прохода автотранспорта через переезд, 26 с;

t_{cn} - время срабатывания приборов переездной автоматики, принимается равным 4 с;

t_r - гарантийное время, принимается равным 20 с.

Время прохода автотранспорта через переезд:

$$t_m = \frac{l_n + l_m + l_o}{V_m} \quad (3)$$

где l_m - расчетная длина автотранспорта, принимается равной 24 м;

l_n - длина переезда, принимается 2,5 м;

l_o - расстояние от места остановки автотранспорта до места установки светофора или шлагбаума, принимается равным 5 м;

V_m - расчетная скорость движения автомобиля через переезд, принимается равной 1,4 м/с.

Так как для любого переезда все величины, кроме длины переезда, будут совпадать, расчет длины участка можно выполнить по следующей формуле:

$$L_p = 0,28 \cdot V_p \cdot (0,72 \cdot l_n + 35) \quad (4)$$

Фактическое время извещения равно времени хода поезда по участку извещения с расчетной скоростью;

$$t_\phi = \frac{L_\phi}{V_n \cdot 0,28} \quad (5)$$

Переезд «Мелькомбинат» в городе Кунгуре располагается на втором блок-участке в четном направлении и находится по середине. Отсюда следует, что все вычисления можно произвести в одном направлении.

$$L_p = 0,28 \cdot 120 \cdot (0,72 \cdot 2,5 + 35) = 1680 \text{ м}$$

Расстояние от переезда до ближайшей сигнальной точки меньше, чем длина переезда, значит $L_\phi = 2122,5$ м. Расчетное и фактическое время извещения:

$$t_u = 26 + 4 + 20 = 50 \text{ с}$$

$$t_\phi = \frac{2122,5}{120 \cdot 0,28} = 63,2 \text{ с}$$

В результате расчетов величина выдержки времени составляет 13,2 с, что является нормой для обеспечения безопасности движения по железнодорожному переезду.

Переезд должен обеспечивать безопасность транспортных средств и закрываться заблаговременно, но при этом стоянка автомобилей должна быть минимальной [2, с. 189].

Длина переезда «Мелькомбинат» рассчитывается с учетом, того, что шлагбаум перекрывает проезд на 2/3:

$$l_{пер} = \sum l_{м/п} + l_{ши} + l_k \quad (6)$$

где $l_{ши}$ - расстояние от наиболее удаленного шлагбаума до крайнего рельса, м;

$l_{м/п} + l_k$ - ширина междупутья и колеи, м.

$$l_{пер} = 4,10 + 4 + 1,520 = 9,620 \text{ м}$$

Результат необходимо округлить до целого числа, значит длина переезда составляет 10 м.

Расчетное время извещения определяется по формуле:

$$t_c^p = \frac{(l_{неп} + l_{эк} + l_o)}{V_m} + t_{np} + t_r \quad (7)$$

где $l_{эк}$ - максимальная длина автотранспортного средства, принимается /24 м;

t_{np} - время срабатывания приборов извещения, принимается равной 4 с;

$$t_c^p = \frac{(10 + 24 + 5)}{1,4} + 4 + 10 = 46с$$

Длина участка извещения:

$$l^p = \frac{V_p + t_c^p}{3,6} \quad (3.8)$$

$$l^p = \frac{120 + 46}{3,6} = 46м$$

Время повторного включения переездной сигнализации:

$$t_{бл} = \frac{L_p \cdot 3,6}{V_{cp}} \quad (3.9)$$

где V_{cp} - средняя скорость грузового поезда, принимается равной 50 км/ч.

$$t_{бл} = \frac{1680 \cdot 3,6}{50} = 121с$$

Время между началом работы блокирующего реле в схеме фиксации проследования поезда и появлением встречного поезда на участке удаления:

$$t_{сб} = t_1 + t_2 + t_3 \quad (3.10)$$

где t_1 - время следования поезда на станцию, принимается равным 360 с;

t_2 - время проследования поезда по маршруту с бокового пути, 420 с;

t_3 - минимальное время на обмен ДСП соседних станций телефонограммами, принимается равным 120 с.

$$t_{сб} = 360 + 420 + 120 = 900с$$

В результате расчетов, при длительном занятии участка за переездом переездная сигнализация включается повторно примерно через 120 с.

Для автоматизации процесса расчета параметров переездной сигнализации нужно рассмотреть алгоритм[3, с. 23].

Алгоритм позволяет автоматизировать процесс расчета параметров, что значительно сократит потраченное время. Расчеты показали, что включение реле СБ (сброса нагрузки) не требуется.

Список литературы:

1. Железные дороги. Общий курс: Учебник для Вузов / М.М. Филиппов, М.М. Уздина 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Транспорт, 2011. - 925с.
2. Инструкция по проектированию городских электрических сетей [Текст]: РД 34.20.185-94. утв. Министерством топлива и энергетики РФ от 2014-07-07: актуализация 01.10.2008: Гипрокоммунэнерго, Энергосетьпроект, РАО «ЕЭС» России, 2014. – 30 с.
3. Расчет параметров работы переездной сигнализации: метод.указания по проектированию устройств автоматики. – М. – 2012г. – 32 с.

ПАТЕНТНО-ИНФОРМАЦИОННЫЙ ОБЗОР ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИКИ СБОРА РАЗЛИТЫХ НЕФТЕПРОДУКТОВ

Яковлев Алексей Сергеевич

*магистрант Ижевского государственного технического
университета им. М. Т. Калашникова,
РФ, г. Ижевска*

Аннотация. Четкое и оперативное сдерживание границ разлива нефти, а также предотвращение развития негативных процессов трансформации нефти в воде, в большинстве случаев определяет масштабы ущерба, наносимого окружающей среде, а также затраты на ликвидацию последствий аварии. Оперативность и результативность мероприятий по локализации разливов нефти и нефтепродуктов на акваториях во многом зависит от готовности организаций к реагированию на антропогенные аварии, которые определяются наличием эффективных технических средств и технологий.

Целью является снижение отрицательных последствий для окружающей среды и населения при возникновении аварий, связанных с разливами нефтепродуктов на акваториях промыслов, за счет оптимизации технических средств реагирования и выбора технологий.

Ключевые слова: технология сбора разлитой нефти, локализация, сорбент, диспергент, автоматизация.

Разлив нефти - это сброс нефтепродуктов, сырой нефти, смесей, смазочных материалов, содержащих нефть, и очищенных углеводородов в окружающую среду, произошедший в результате аварийной ситуации при добыче, хранении и транспортировке нефти. К большому сожалению, с увеличением добычи нефти растут и объемы ее разливов. Сложной технической задачей является реагирование на разливы нефти при её попадании в воды промысловых акваторий. Опасность таких аварий связана с высокой скоростью распространения нефти по поверхности акваторий и тяжестью последствий для окружающей среды.

Существует множество патентов по технологии и технике сбора разлитых нефтепродуктов:

1) Автоматизированный способ сбора нефти с водной поверхности (например RU №29857, (US) №6221256). Автоматизированный способ сбора нефти с водной поверхности осуществляют посредством дистанционно управляемых по радиоканалу мобильных роботов, одним из которых является робот-нефтесборщик с установленным на нем нефтесборным устройством. Робот-нефтесборщик выполняют с роторно-винтовыми двигателями, между которыми размещают нефтесборное устройство, выполненное в виде вращающихся щеток. Недостатком данного способа является низкая эффективность вследствие относительно малой емкости нефтесборного устройства. Также изобретение повышает эффективность и безопасность ликвидации аварийных разливов нефти.

2) Система для нанесения биосорбента на нефтяные загрязнения (RU 89515, RU2184707). Для быстрой защиты небольших участков жидких и твердых поверхностей широко целесообразно применять мобильные установки, которые легко доставляются к месту аварийного разлива и быстро обрабатывают загрязненные поверхности, не давая нефтепродуктам со сточными водами попадать в местные реки и отравлять их. Технический результат: создание универсальной всепогодной установки, пригодной для нанесения имеющегося сорбента на базе местного природного материала на разливы нефти как на земле, так и на воде, позволяющей устранять нефтяные загрязнения непосредственно на месте их разлива без необходимости проведения последующего сбора и утилизации сорбента с нефтяными загрязнениями.

3) Устройство для очистки поверхности водоема от нефтешлама (RU 2437799). Изобретение, представляет собой лоток, закрепленный на судне, по которому нефтешлам вместе с водой подается на борт судна для дальнейшей очистки. Недостатком указанной конструкции является содержащаяся в

чрезмерном количестве вода, поступающая вместе с нефтешламом на борт судна для очистки.

4) Устройство для сбора нефти под поверхностью льда (2435902). Технический результат, достигаемый при решении поставленной задачи, заключается в сборе нефти подо льдом на больших площадях и сокращение времени сбора нефтяного пятна. Поставленная цель достигается тем, что к сорбирующему материалу для сбора нефти, помещенному в гибкую сетчатую оболочку с поплавками, по переднему краю прикреплена полоса материала с распределенным по низу грузом, несущая функцию водяного паруса, позволяющего догнать и поглотить унесенное течением пятно нефти с протяженных площадей с места аварийного разлива вниз по течению.

Выбор методов локализации и ликвидации разлива производится, исходя из условий разлива и реальных возможностей, определяющихся имеющимися силами и средствами, а также местными условиями, связанными с разрешением использования сжигания, диспергаторов для защиты районов высокой экологической ценности. Поэтому необходимо разрабатывать технологические средства учитывающие региональные, климатические и другие особенности.

Список литературы:

1. Ахметов Р.И. Всероссийские учения по предупреждению, локализации и ликвидации последствий аварий на переходах нефтепроводов через водные преграды // Трубопроводный транспорт нефти. — М.: ВНИИОЭНГ, 1993.- №3- С.3-22.
2. <https://findpatent.ru/>

ВИДЫ КИСЛОТНЫХ ОБРАБОТОК ПРИЗАБОЙНОЙ ЗОНЫ СКВАЖИНЫ

Яковлев Алексей Сергеевич

*магистрант Ижевского государственного технического
университета им. М. Т. Калашникова,
РФ, г.Ижевска*

Аннотация. В статье представлено описание и назначение основных видов солянокислотной обработки скважин. Также в данной статье рассмотрены потенциальные причины низкого дебита скважин и пути их разрешения.

Ключевые слова: Соляно-кислотная обработка, карбонатные породы, продавка кислоты, пакер.

В процессе эксплуатации скважин совершается засорение призабойной зоны – заполнение пор твердыми и разбухшими породами, отложениями парафина, смолянистыми остатками нефти, солями выпадающими из минерализованных пластовых вод, гидратами и т.д. Для отчистки забоев и призабойной зоны скважин, насосно-компрессорных труб от солевых отложений, а также продуктов коррозии и для увеличения проницаемости пород производят кислотную обработку скважин. Под действием кислот в породах образуются каналы разъедания, пустоты, коверны, в последствии чего происходит увеличение проницаемости пород.

Солянокислотные обработки на данный момент различают на несколько видов:

1) Обычная солянокислотная обработка. Основное назначение обычной солянокислотной обработки заключается в закачке кислоты в пласт, на существенное расстояние от стенки скважины с целью расширения микротрещин и каналов, что увеличивает проницаемость и продуктивность скважины. Радиус проникновения кислоты в пласт зависит от скорости реакции. Скорость реакции зависит давления и концентрации кислотного

раствора, от температуры, от химического состава породы, и характеризуется временем её нейтрализации (зависящим от температуры).

Обычная солянокислотная обработка основана на способности соляной кислоты растворять карбонатные породы по реакциям с известняком, доломитом (CaMgCO_3). Продукты реакции хорошо растворимы в воде и сравнительно легко удаляются из ПЗС при вызове притока и освоении. Наиболее эффективно реакция идет в поровых каналах, которые расширяются, приобретая форму узких и длинных каверн

2) Солянокислотная обработка под давлением. Данный метод применяется с целью продавки кислоты в малопроницаемые зоны продуктивного пласта путем искусственного повышения давления до 15-30 МПа. Высокое давление продавливания кислоты способствует глубокому проникновению кислоты в пласт, охвату кислотным раствором малопроницаемых пластов и участков уменьшению скорости реакции, значительно повышает эффективность кислотных обработок.

Под влиянием повышенного давления кислотный раствор закачивается в низкопроницаемые зоны пласта, что существенно увеличивает охват пласта процессом кислотного воздействия. Объем нефтекислотной эмульсии рассчитывают по результатам гидродинамического исследования скважины, профилей притока (приемистости), а также коллекторских свойств обрабатываемой зоны пласта.

При проведении солянокислотной обработки под давлением для закупорки высокопроницаемых пропластов в них закачивается кислотная эмульсия. Нефтекислотные эмульсии состоят из смеси раствора HCl и нефти. Соотношение компонентов эмульсии: 70% по объему – кислотный раствор, 30% – дегазированная нефть. При получении легкой дегазированной нефти к ней добавляют окисленный мазут, гудрон и др. Для получения хорошего качества эмульсии к ней добавляют различные эмульгирующие вещества. Вязкость эмульсии, образующейся в ходе процесса, зависит от дисперсности ее компонентов, т.е. в прямой пропорциональности от времени перемешивания.

При довольно длительном времени перемешивания, на выходе получают мелкодисперсную эмульсию с вязкостью до 10 Па*с. Полученная нефтекислотная эмульсия закачивается в призабойную зону скважины, проникает и заполняет зоны повышенной проницаемости.

4) Поинтервальная или ступенчатая солянокислотная обработка. Метод применяется при вскрытии нескольких самостоятельных прослоев характеризующихся общим фильтром или общим открытым забоем. При проведение разовой солянокислотной обработки всего интервала скважины, позитивный результат будет получен только в одном наиболее проницаемом пропластке. Другие прослои, с ухудшенной гидропроводностью, практически остаются необработанными. Для того чтобы провести солянокислотную обработку на остальных пропластках их изолируют с помощью пакеров, которые устанавливают непосредственно у границ интервалов или пропластков. После обработки одного интервала и его пробной эксплуатации, для оценки полученных результатов переходят к солянокислотной обработке следующего интервала скважины.

Список литературы:

1. Гиматудинов Ш.К. «Справочная книга по добыче нефти» М. Недра, 1980 г
2. Кудинов В.И., Сучков Б.М., «Интенсификация текущей добычи нефти» «Нефтяное хозяйство 1990 г., №7.
3. Мищенко И.Т. Скважинная добыча нефти. Нефть и газ, Москва, 2003 г.

СЕКЦИЯ 2.

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛЕБАНИЙ СТРУН МУЗЫКАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ

Бугаенко Валерия Андреевна
обучающиеся МБОУ СОШ №19,
РФ, г. Сургут

Караваяев Максим Анатольевич
обучающиеся МБОУ СОШ №19,
РФ, г. Сургут

Кимля Илья Евгеньевич
обучающиеся МБОУ СОШ №19,
РФ, г. Сургут

Локис Никита Алексеевич
обучающиеся МБОУ СОШ №19,
РФ, г. Сургут

Семенов Олег Юрьевич
научный руководитель, канд. физ.-мат. наук, преподаватель
высшей категории, Сургутский государственный университет,
РФ, г. Сургут

Аннотация. Данная статья посвящена исследованию колебаний струн музыкальных инструментов. Проанализированы уравнения поперечно-продольных колебаний гибкой натянутой струны. Получены осциллограммы частот колебаний струн. Проведен сравнительный анализ частот и периодов колебаний по графикам их зависимостей с помощью преобразования Фурье. Обнаружены характерные особенности взаимосвязи частот колебаний двух музыкальных инструментов.

Ключевые слова: колебания, волны, частота, период, осциллограмма, музыкальный инструмент, гитара, струна, график.

Колебания – это изменения состояния физического тела, обладающие определённой степенью повторяемости во времени. Звуковые колебания возникают при изменении плотности воздуха, т.е. в результате разрежений или сгущений в воздушной среде. Для возникновения любых колебаний необходим источник или сила, которая их создаёт.

К струнным музыкальным инструментам относятся скрипка, виолончель, альт, контрабас, арфа, гитара, гусли, балалайка, домра. Все струнные инструменты передают колебания от одной или нескольких струн воздуху через свой корпус или через звукосниматель в случае с электронными инструментами. Струнные музыкальные инструменты разделяются по технике воздействия на струну, распространённые техники – это щипок, действие смычка и удар.

В данной статье исследуются колебания струн двух музыкальных инструментов - гитары и балалайки. Цель работы: определение собственных частот колебаний струн гитары и балалайки, получение графиков зависимостей частот и периодов колебаний струн с помощью электронного осциллографа для их последующего сравнения и анализа. При решении задач исследования были изучены работы [1-7].

Для изучения колебаний струн музыкальных инструментов в работе использовали классическую шестиструнную гитару и балалайку-прима. Гитара – струнный щипковый музыкальный инструмент с натянутыми струнами, с помощью которого получают звуки разной частоты (рис. 1).

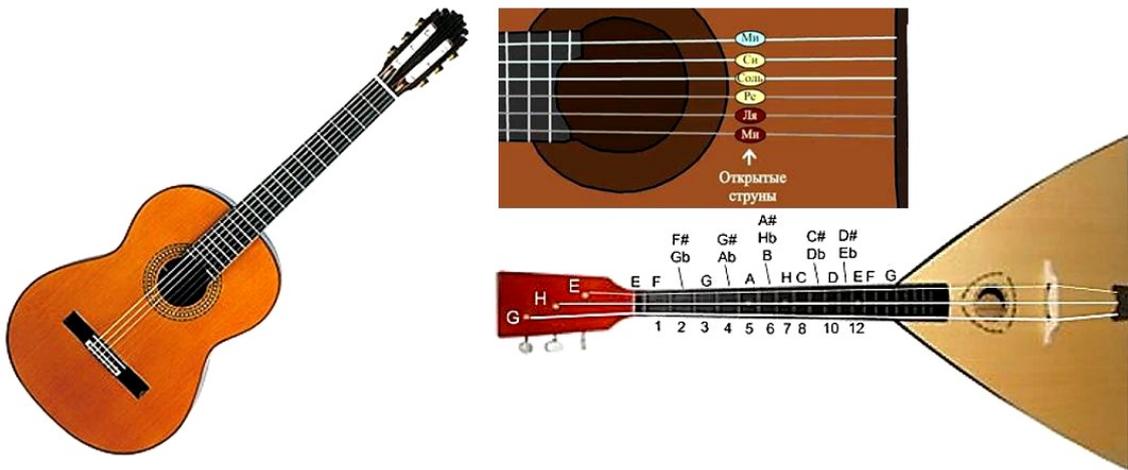


Рисунок 1. Классическая испанская гитара (строй гитары e, h, g, d, a, e) и расположение нот по ладам балалайки (строй e, h, g)

Балалайка в свою очередь представляет собой щипковый струнный музыкальный инструмент с треугольной декой. Для гитары и балалайки существует несколько видов настройки струн (рис. 1).

Под струной в акустике понимают однородную тонкую гибкую упругую нить, представляющая собой колебательную систему с распределенными параметрами. В результате изменения вертикальной составляющей произвольного элемента струны, проявляются силы, воздействующие на соседние участки и струна начинает движение в вертикальной плоскости; и возникшее колебание бежит по струне - поперечные бегущие волны (рис.2), распространяются в обе стороны от точки воздействия на струну.



Рисунок 2. Поперечные волны на струне

Уравнение распространения поперечных волн в струне определяется следующим выражением:

$$\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = b^2 \frac{\partial^2 y}{\partial x^2}, \quad (1)$$

где x, y – координата продольной и поперечной колеблющейся точки на струне, t – время колебания струны, b – скорость распространения колебаний.

Решение уравнения двух бегущих волн:

$$y = f_1(x - bt) + f_2(x + bt) \quad (2)$$

Поперечные свободные колебания струны могут быть представлены в виде:

$$y(x,t) = \sum_{n=1}^{\infty} (A_n \cos \omega_n t + B_n \sin \omega_n t) \sin \frac{\pi n x}{l}, \quad (3)$$

где l – длина струны, $\omega_n = \pi \cdot n \cdot b / l$ – частота колебаний, A_n, B_n – амплитуда колебаний струны, n – число колебаний [1-2].

Струна инструмента, в процессе своего движения, смещается поперек первоначального положения и испытывает дополнительные деформации – растяжение и сжатие. «Возникающие силы T в струне определяются отношением:

$$T = F / 2 \cdot \sin \alpha, \quad (4)$$

где F – действующая сила на струну, α – угол отклонения струны от первоначального положения».

«Поперечные возникающие силы оказываются источником продольных движений корпуса и струн. Они будут раскачивать деку музыкального инструмента и станут основным источником звука.

Согласно формулам (1-4) получим уравнения поперечно-продольных колебаний гибкой предварительно натянутой струны:

$$\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = b^2 \frac{\partial^2 y}{\partial s^2}, \quad \frac{\partial^2 x}{\partial t^2} = a^2 \frac{\partial}{\partial s} \left[\frac{\partial x}{\partial s} + \frac{1}{2(1 + e_0)^2} \left(\frac{\partial y}{\partial s} \right)^2 \right], \quad (5)$$

где b, a – скорости поперечных и продольных волн, e_0 – первоначальная деформация струны. Уравнения (5) позволяют теоретически описать колебания струн в продольном и поперечном направлении» [2].

Для проведения практических измерений параметров колеблющихся струн применялось следующее оборудование: персональный компьютер, шестиструнная классическая гитара, гитарный тюнер Korg, балалайка-прима, микрофоны, микшерный пульт, предусилитель, пьезодатчик, система соединительных проводов, студийные наушники, компьютерная программа - электронный осциллограф Frequency Analyzer (рис. 3).



Рисунок 3. Схема подключения звукозаписывающей аппаратуры

Запись акустической гитары начинали с настройки инструмента, строй гитары классической – *(e, h, g, d, a, e)* и строй балалайки-прима – *(e, e, a)*. Проверка настройки музыкальных инструментов производилась с помощью гитарного тюнера Korg [3, 4].

Для записи акустической гитары использовали конденсаторный микрофон, который располагали на расстоянии 30-40 см рядом с отверстием резонатора инструмента, также применяли пьезодатчики (рис.4).



Рисунок 4. Подключение гитары к компьютеру с помощью пьезодатчика и запись колебания струн с помощью компьютерной программы

Измерив частоту колебания струн для каждого инструмента получили значения частот в соответствии с присвоенными нотами (рис. 5).

Струна	Нота	Частота, Гц	Период
1 струна гитары	Ми (E)	329	0,003
2 струна гитары	Си (B)	246	0,004
3 струна гитары	Соль (G)	196	0,005
4 струна гитары	Ре (D)	146	0,007
5 струна гитары	Ля (A)	110	0,009
6 струна гитары	Ми (E)	82	0,012
1 струна балалайки	Ля (A)	440	0,002
2 струна балалайки	Ми (E)	330	0,003
3 струна балалайки	Ми (E)	330	0,003

Рисунок 5. Строй гитары и балалайки, полученный в экспериментах

Было установлено, что строй гитары и балалайки (рис. 5), полученный в экспериментах практически совпадает с табличным значением строя (рис. 6) исследуемых музыкальных инструментов [5-6].

Струна	Нота	Частота (в герцах)
Первая	e ¹ (ми первой октавы)	329,63
Вторая	b (си малой октавы)	246.94
Третья	g (соль малой октавы)	196.00
Четвёртая	d (ре малой октавы)	146.83
Пятая	A (ля большой октавы)	110.00
Шестая	E (ми большой октавы)	82.41

Рисунок 6. Стандартный строй гитары по классической испанской настройке (в кварту и увеличенную квинту)

Построенные диаграммы, на основе значений частот колебания струн с помощью программы Frequency Analyzer осциллограммы для каждой струны, позволили провести анализ тонов музыкальных инструментов (рис.7).

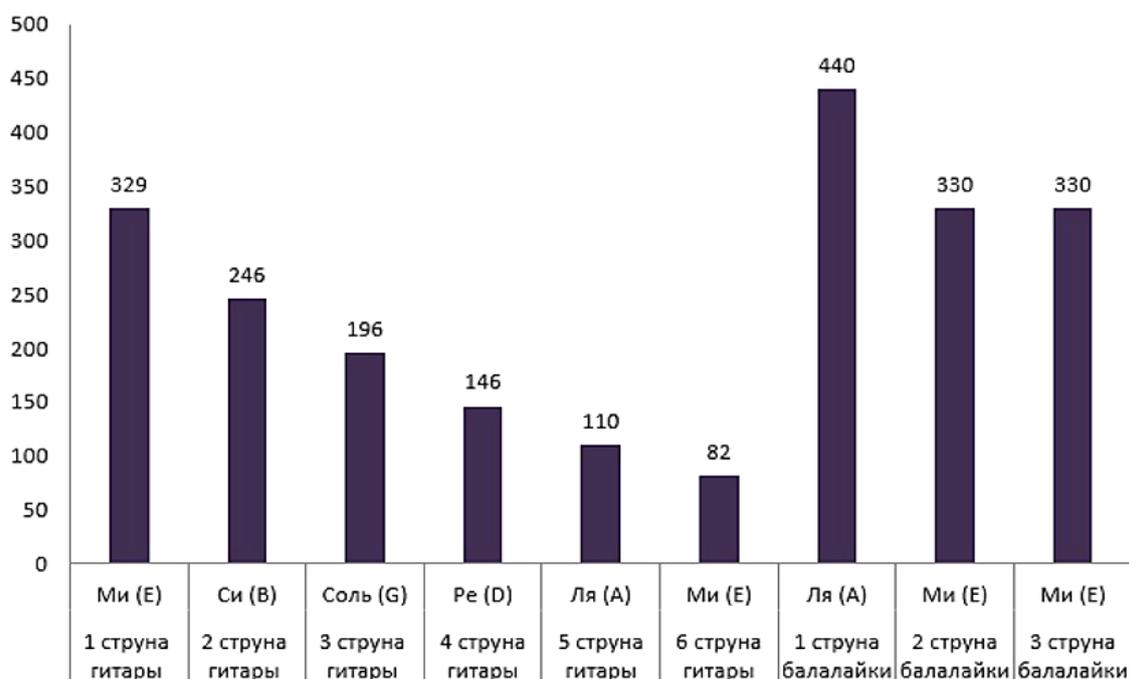


Рисунок 7. Диаграмма частот колебаний струн гитары и балалайки

Программа Frequency Analyzer представляет собой Open Source амплитудно-частотный звуковой анализатор, действующий в режиме реального времени. Эта программа позволяет работать с любыми звуковыми колебаниями, включая человеческий голос, выполняя над ними быстрое преобразование Фурье и разбивая их на частотные составляющие.

Когда микрофон преобразует звуковые колебания в электрическое напряжение, звуковая карта работает как цифровой вольтметр, измеряющий напряжение от 11030 до 44000 раз в секунду. Каждая измеряемая величина преобразуется в восьми- или шестнадцатиразрядное число. В результате выборки удаётся получить ряд чисел; и звук может быть показан в виде комбинации синусоидальных волн различных частот, математически это разделение на составляющие частоты называется преобразованием Фурье [7]. Программа «Frequency Spectrum» позволяет получить графическое представление спектрального состава звука (рис. 8).

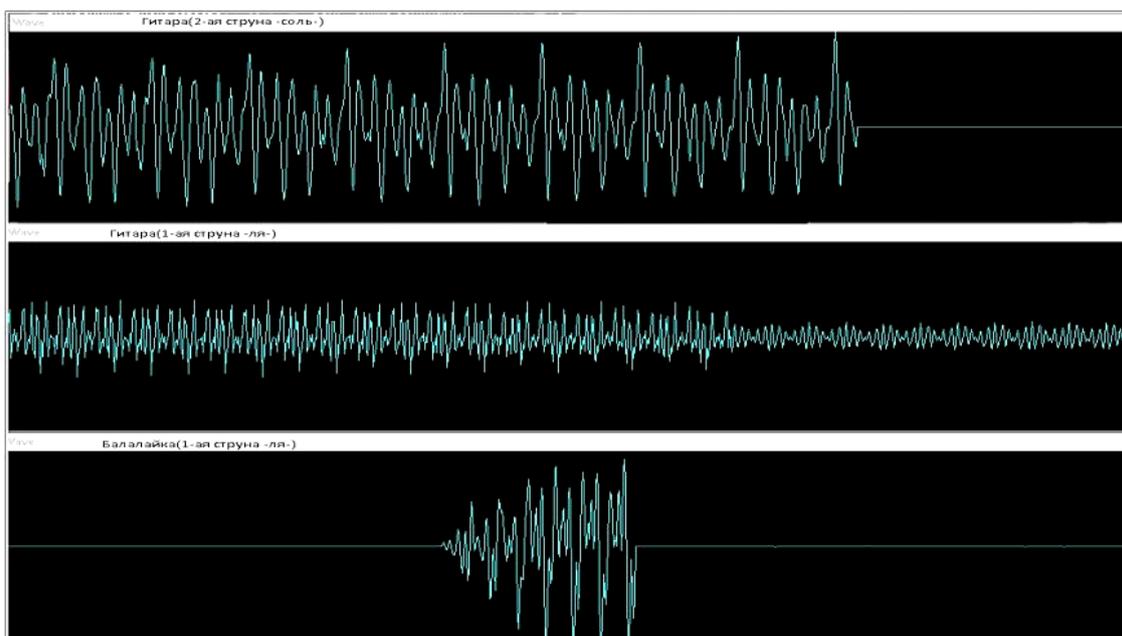


Рисунок 8. Осциллограммы колебаний 1 и 2 струн гитары и балалайки

Получив осциллограммы для 1 струны балалайки было выявлено то, что частоты соответствуют гармоникам 1-ой струны гитары. В экспериментах использовали балалайку - прима, у которой вторая и третья струна - это нота “Ми”; эта нота по частоте совпадает с 1 струной гитары ноты “Ми”, как и видно из общей диаграммы (рис.8, 9). Из графиков зависимостей видно, что первая струна “Ля” имеет большую частоту и амплитуду колебаний, но при этом наименьший период колебаний (рис. 9, 10).

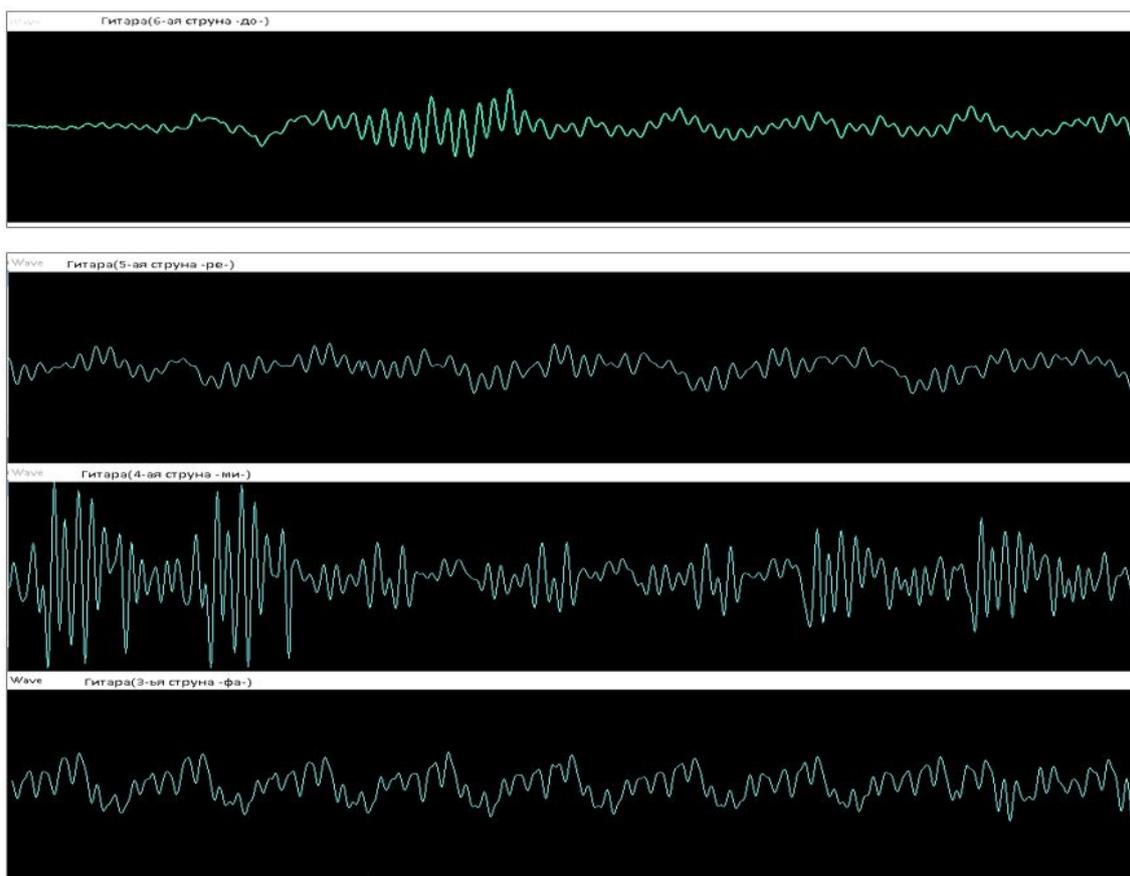


Рисунок 9. Осциллограммы колебаний 3-6 струн гитары зафиксированные электронным осциллографом *Frequency Analyzer*

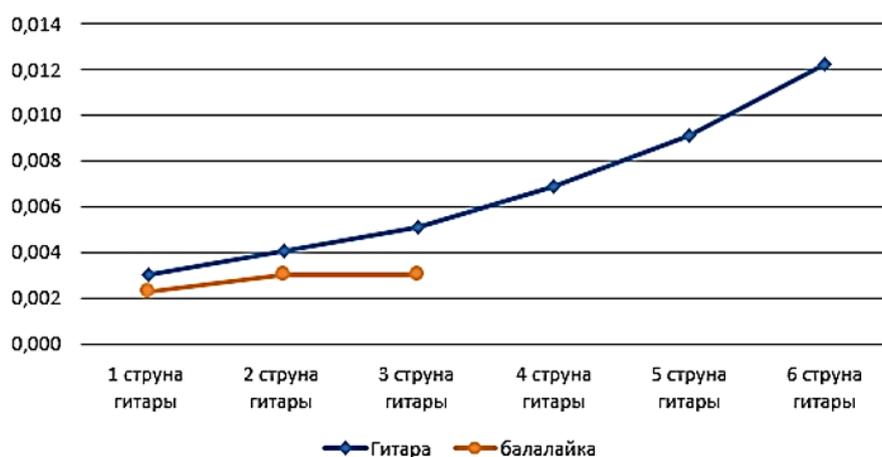


Рисунок 10. Период колебаний струн гитары и балалайки

В результате экспериментов была подтверждена зависимость амплитуды звуковых колебаний от частоты, были исследованы резонансные явления, связанные с совпадением частот обертонов колебаний в поперечном направлении с частотами вынужденных продольных колебаний струн.

При создании музыкальных инструментов изучаются колебания струн, движения пластин и мембран инструментов, что позволяет изучать и практически применять обнаруженные акустические эффекты, вызванные взаимным влиянием различных типов колебаний и волн. Результаты исследований в данной работе могут быть использованы для конструирования новых электронных музыкальных инструментов.

Список литературы:

1. Барабанов В.Н., Бижан Д.В., Ионов А.Э., Меркушин В.Р. Семенов О.Ю. Экспериментальная задача механики "Автомобиль в кольце" В сборнике: Молодежный научный форум. Электронный сборник статей по материалам III студенческой международной научно-практической конференции. 2018. С.54-59.
2. Демьянов Ю.А., Малашин А.А. Почему звучат струнные музыкальные инструменты? // Природа. - 2008. - №8.
3. Семенов О.Ю. Компетентностный подход в проблемном обучении на уроках физики / Образование. Технология. Сервис. 2012. Т. 1. № 1 (3). С. 201-205.
4. Общий курс физики: Учебное пособие для вузов: В 5 томах Том 1: Механика / Сивухин Д.В., - 6-е изд., стер. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2014. - 560 с.
5. The physics of guitar string vibrations Article in American Journal of Physics 84(1) – p. 38-43 2016 DOI: 10.1119/1.4935088
6. Measurements on a guitar string as an example of a physical nonlinear driven oscillator Article in American Journal of Physics 85(8) – p. 587-595 · August 2017 DOI: 10.1119/1.4991374
7. http://cxem.net/software/frequency_analyzer.php Frequency Analyzer Open Source

ОБОБЩЕНИЕ КЛАССОВ ПОСТА НА СЛУЧАЙ ТРЕХЗНАЧНОЙ ЛОГИКИ

Габутдинова Кадрия Сагитовна

*студент, Самарский национальный исследовательский университет
им. ак. С.П.Королева,
РФ, г. Самара*

Задачи

Обобщить классы Поста на случай трехзначной логики;

Доказать их замкнутость.

Функции двузначной и трехзначной логики

В курсе дискретной математики рассматриваются булевы функции, то есть функции многих переменных, каждый аргумент которых и сами функции могут принимать лишь два значения: 0 и 1. Множество булевых функций обозначается P_2 .

Функции двузначной логики P_2 – это отображения вида

$$\{0,1\} \times \{0,1\} \times \dots \times \{0,1\} \rightarrow \{0,1\}$$

Функции многих переменных, каждый аргумент которых и сами функции могут принимать три значения: 0, 1 и 2. Полученные функции обозначаются K_3 .

Получилось, что функции трехзначной логики K_3 – это отображения вида

$$\{0,1,2\} \times \{0,1,2\} \times \dots \times \{0,1,2\} \rightarrow \{0,1,2\}$$

Предполные классы

Замыканием множества булевых функций u называется множество всех суперпозиций функций класса u , которое обозначается $[u]$. Класс u называется функционально полным, если $[u] = P_2$.

Предполный класс в теории булевых функций – это замкнутый класс булевых функций, обладающий следующим свойством: замыкание объединения этого класса с любой булевой функцией, не принадлежащей ему, порождает весь класс P_2 .

В классе P_2 есть 5 предполных класса, называемых классами Поста:

1. Класс функций, сохраняющий константу 0:

$$T_0 = \{f \in P_2 \mid f(0, 0, \dots, 0) = 0\}$$

2. Класс функций, сохраняющий константу 1:

$$T_1 = \{f \in P_2 \mid f(1, 1, \dots, 1) = 1\}$$

3. Класс линейных функций:

$$L = \{f \in P_2 \mid f(x_1, x_2, \dots, x_n) = a_0 - a_1x_1 - \dots - a_nx_n\}$$

4. Класс самодвойственных функций:

$$S = \{f \in P_2 \mid \forall_{(a_1, \dots, a_n)} f(\bar{a}_1, \dots, \bar{a}_n) = \overline{f(a_1, \dots, a_n)}\}$$

Говорят, что набор α предшествует набору β и пишут $\alpha \preceq \beta$, если $a_i \leq b_i$ где $i = \overline{1, n}$

5. Класс монотонных функций:

$$M = \{f \in P_2 \mid \alpha \preceq \beta \rightarrow f(\alpha) \leq f(\beta)\}$$

При переходе от двузначного случая к трехзначному наблюдается увеличение количества предполных классов. Таким образом, в K_3 есть 18 предполных классов:

1. Класс функций, сохраняющий константу 0:

$$T_0 = \{f \in K_3 \mid f(0, 0, \dots, 0) = 0\}$$

2. Класс функций, сохраняющий константу 1:

$$T_1 = \{f \in K_3 \mid f(1, 1, \dots, 1) = 1\}$$

3. Класс функций, сохраняющий константу 2:

$$T_2 = \{f \in K_3 \mid f(2, 2, \dots, 2) = 2\}$$

Для следующих трех классов, сохраняющих множество, доказано, что каждый из них является позитивным замыканием множества всех своих одноместных функций:

4. Класс функций, сохраняющий множество $\{0, 1\}$:

$$T_{0,1} = \{f \in K_3; i = \overline{1, n}; \forall_{a_i \in \{0,1\}}; a \in \{0, 1\} \mid f(a_0, a_1, \dots, a_n) = a\}$$

5. Класс функций, сохраняющий множество $\{0, 2\}$:

$$T_{0,2} = \{f \in K_3; i = \overline{1, n}; \forall_{a_i \in \{0,2\}}; a \in \{0, 2\} \mid f(a_0, a_1, \dots, a_n) = a\}$$

6. Класс функций, сохраняющий множество $\{1, 2\}$:

$$T_{1,2} = \{f \in K_3; i = \overline{1, n}; \forall_{a_i \in \{1,2\}}; a \in \{1, 2\} \mid f(a_0, a_1, \dots, a_n) = a\}$$

7. Класс самодвойственных функций S :

$$S = \{f \in K_3 \mid \forall_{(a_1, \dots, a_n)} f(\bar{a}_1, \dots, \bar{a}_n) = \overline{f(a_1, \dots, a_n)}\}$$

Отрицание введено как отрицание Поста: $\bar{a} = a + 1 \pmod{3}$. То есть этот класс является классом, сохраняющим отношение $\begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 \\ 1 & 2 & 0 \end{pmatrix}$.

8. Класс линейных функций:

$$L = \{f \in K_3 \mid f(x_1, x_2, \dots, x_n) = a_0 - a_1x_1 - \dots - a_nx_n\}$$

9. Класс монотонных функций M_0 относительно порядка $2 < 0 < 1$:

$$M_0 = \{f \in K_3 \mid \alpha \preceq \beta \preceq \gamma \rightarrow f(\alpha) \leq f(\beta) \leq f(\gamma)\}$$

10. Класс монотонных функций M_1 относительно порядка $0 < 1 < 2$:

$$M_1 = \{f \in K_{3+1} \mid \alpha \preceq \beta \preceq \gamma \rightarrow f(\alpha) \leq f(\beta) \leq f(\gamma)\}$$

11. Класс монотонных функций M_2 относительно порядка $1 < 2 < 0$:

$$M_2 = \{f \in K_{3+1} \mid \alpha \preceq \beta \preceq \gamma \rightarrow f(\alpha) \leq f(\beta) \leq f(\gamma)\}$$

12. Класс U_0 сохранения разбиения $\{\{0\}, \{1,2\}\}$

13. Класс U_1 сохранения разбиения $\{\{1\}, \{0,2\}\}$

14. Класс U_2 сохранения разбиения $\{\{2\}, \{0,1\}\}$

15. Центральный предполный класс C_0 , сохраняющий отношение $\begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 & 0 & 0 & 1 & 2 \\ 0 & 1 & 2 & 1 & 2 & 0 & 0 \end{pmatrix}$

16. Центральный предполный класс C_1 , сохраняющий отношение $\begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 & 1 & 1 & 0 & 2 \\ 0 & 1 & 2 & 0 & 2 & 1 & 1 \end{pmatrix}$

17. Центральный предполный класс C_2 , сохраняющий отношение $\begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 & 2 & 2 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 2 & 0 & 1 & 2 & 2 \end{pmatrix}$

18. Предполный класс Слупецкого B такой, что все трехзначные функции имеют либо не более одной существенной переменной, либо принимают не более двух значений.

В таблице 1 указаны строки принадлежности всех трехзначных функций, имеющих не более одной существенной переменной. Каждой функции f поставим в соответствие строку принадлежности: «+», если $f(a, b, c)$

принадлежит соответствующему предполному классу, и «-», если $f(a, b, c)$ не принадлежит соответствующему предполному классу.

Таблица 1.

a	b	c	T ₀	T ₁	T ₂	T _{0,1}	T _{0,2}	T _{1,2}	S	L	M ₀	M ₁	M ₂	U ₀	U ₁	U ₂	C ₀	C ₁	C ₂	B
0	0	0	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
0	0	1	+	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	+	+	-	+
0	0	2	+	-	+	+	+	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	-	+	+
0	1	0	+	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	-	+	+	+	+	-	+
0	1	1	+	+	-	+	-	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+	-	+
0	1	2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
0	2	0	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	+
0	2	1	+	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	+	-	-	+	-	-	+
0	2	2	+	-	+	-	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	+
1	0	0	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+	-	+
1	0	1	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+
1	0	2	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+
1	1	0	-	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	+	+	-	+
1	1	1	-	+	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1	1	2	-	+	+	+	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+	-	+	+	+
1	2	0	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
1	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+
1	2	2	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	+	+	+
2	0	0	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+	+
2	0	1	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
2	0	2	-	-	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	+	-	+	+
2	1	0	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	+
2	1	1	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	+	+	+
2	1	2	-	+	+	-	+	-	-	-	+	-	+	+	+	-	-	+	+	+
2	2	0	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	+
2	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+	+	+
2	2	2	-	-	+	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Доказательство замкнутости некоторых предполных классов.

T₀- замкнутый класс.

Доказательство. Пусть дана произвольная систему функций $\{f(x_1, \dots, x_n), g_1(y_{11}, \dots, y_{1m_1}), \dots, g_n(y_{n1}, \dots, y_{nm_n})\}$ из T_0 и функция $h(y_1, \dots, y_r) = f(g_1(y_{11}, \dots, y_{1m_1}), \dots, g_n(y_{n1}, \dots, y_{nm_n}))$. Среди переменных функций g_i могут встречаться и одинаковые, поэтому в качестве переменных функции h берутся все различные из них. Тогда $h(0, \dots, 0) = f(g_1(0, \dots, 0), \dots, g_n(0, \dots, 0)) = f(0, \dots, 0) = 0$. Следовательно, функция h также сохраняет ноль. Рассмотрен только частный случай (без

переменных в качестве аргументов). Однако, поскольку тождественная функция сохраняет ноль, подстановка простых переменных эквивалентна подстановке тождественной функции, что и требовалось доказать.

Аналогично доказывается замкнутость классов $T_1, T_2, T_{0,1}, T_{0,2}, T_{1,2}$.

S - замкнутый класс.

Доказательство. Пусть $f(x_1, \dots, x_n) \in S, \forall_i g_i(y_{i1}, \dots, y_{ik_i}) \in S, i = \overline{(1, n)}$ и $\Phi = f(g_1(y_{11}, \dots, y_{1k_1}), \dots, g_n(y_{n1}, \dots, y_{nk_n}))$. Тогда из принципа двойственности следует, что $\Phi^* = f^*(g_1^*(y_{11}, \dots, y_{1k_1}), \dots, g_n^*(y_{n1}, \dots, y_{nk_n})) = f(g_1(y_{11}, \dots, y_{1k_1}), \dots, g_n(y_{n1}, \dots, y_{nk_n}))$. Получается, что $\Phi = \Phi^*$ и $\Phi \in S$, что и требовалось доказать.

L - замкнутый класс.

Доказательство. Поскольку тождественная функция – линейная, достаточно рассмотреть только случай подстановки в формулы функций: пусть $f(x_1, \dots, x_n) \in L$ и $g_i \in L$. Достаточно доказать, что $f(g_1, \dots, g_n) \in L$. Действительно, если не учитывать слагаемых с коэффициентами $a_i = 0$, то всякую линейную функцию можно представить в виде $x_{i_1} + \dots + x_{i_k} + a_0 \pmod{3}$. Если теперь вместо каждого x_{i_j} подставить линейное выражение, то получится снова линейное выражение или константа 0, 1 или 2.

M₀ - замкнутый класс.

Доказательство. Поскольку тождественная функция монотонна, достаточно проверить лишь случай суперпозиции функций. Пусть $f(x_1, \dots, x_n) \in M, \forall_j g_j(y_1, \dots, y_m) \in M$ и $\Phi(y_1, \dots, y_m) = f(g_1(y_1, \dots, y_m), \dots, g_n(y_1, \dots, y_m))$. Пусть даны произвольные наборы $\tilde{\alpha} = (\alpha_1, \dots, \alpha_m), \tilde{\beta} = (\beta_1, \dots, \beta_m), \tilde{\gamma} = (\gamma_1, \dots, \gamma_m)$ такие, что $\tilde{\alpha} \leq \tilde{\beta} \leq \tilde{\gamma}$. Тогда $g_i(\tilde{\alpha}) = \delta_i, g_i(\tilde{\beta}) = \varepsilon_i, g_i(\tilde{\gamma}) = \zeta_i$ Следовательно $\forall_i g_i \in M$ и $g_i(\tilde{\alpha}) \leq g_i(\tilde{\beta}) \leq g_i(\tilde{\gamma})$, то есть $\forall_i \delta_i \leq \varepsilon_i \leq \zeta_i$. Пусть $\tilde{\delta} = (\delta_1, \dots, \delta_n), \tilde{\varepsilon} = (\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_n), \tilde{\zeta} = (\zeta_1, \dots, \zeta_n)$. Тогда по определению $\tilde{\delta} \leq \tilde{\varepsilon} \leq \tilde{\zeta}$

и, в силу монотонности функции $f(x_1, \dots, x_n)$ имеем $f(\tilde{\delta}) \leq f(\tilde{\varepsilon}) \leq f(\tilde{\zeta})$. Но $\Phi(\tilde{\alpha}) = f(\delta_1, \dots, \delta_n) = f(\tilde{\delta})$, $\Phi(\tilde{\beta}) = f(\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_n) = f(\tilde{\varepsilon})$,
 $\Phi(\tilde{\gamma}) = f(\zeta_1, \dots, \zeta_n) = f(\tilde{\zeta})$, откуда $\Phi(\tilde{\alpha}) \leq \Phi(\tilde{\beta}) \leq \Phi(\tilde{\gamma})$, следовательно $\Phi \in M$, что и требовалось доказать.

Аналогично доказывается замкнутость классов M_1 и M_2 .

Заключение

В ходе выполнения работы были обобщены классы Поста на случай трехзначной логики. Также была доказана замкнутость некоторых из них.

Список литературы:

1. Г.П. Гаврилов, А.А. Сапоженко. Сборник задач по дискретной математике. Москва, Физматлит, 2005.
2. С.В. Яблонский. Введение в дискретную математику. М.:Наука, 1979.

МАТЕМАТИКА В ИНЖЕНЕРИИ

Галкин Александр Сергеевич

*студент, Дмитровский институт непрерывного образования,
РФ, г. Дмитров*

Лебедева Софья Александровна

*студент, Дмитровский институт непрерывного образования,
РФ, г. Дмитров*

Молодкина Людмила Александровна

*научный руководитель, Дмитровский институт непрерывного образования,
РФ, г. Дмитров*

Для чего инженеру нужна математика?

Наука - учение, а практика – опыт.

Введение

Для выяснения вопроса «Для чего инженеру нужна математика?» мы обратимся к информационным источникам. Есть ли какой-то значение в изучение математики инженеру, каковы результаты могут быть при незнание инженером математики?

Что бы ответить на данный вопрос, мы для себя должны уяснить несколько определений, что такое математика и что такое инженер. Мы разберемся, откуда появилась данная наука, как происходили её зарождения, становления. Узнаем значение науки в настоящем мире. Также узнаем, что обозначает данное слово инженер, его значение.

Сгруппируем, полученные знания мы сможем, уяснить какую функцию математика играет в деятельности инженера, какие миссии и задание инженер постановляет с помощью нынешней науки. А в решении составим свой вывод, для чего математика инженеру.

1. Что такое математика?

Омоним математика означает "безошибочное разумение".

Математика - учение о количественных связей и зрительных редакциях реальной вселенной. В единой спецсвязи с заданиями спецтехники и естествоведения резерв численных взаимоотношений и пространственных

кокиль, усваиваемых математикой, постоянно увеличивается, так что это общее бонитировка математики, заполняется все больше богатейшим фабулой.

Общепонятное познание независимого местоположения математики, как частный науки выходит достижимым лишь далее сбережения полно гигантского действительного фурнитуры и приглянулось впервые в Древней Греции в VI-V вв. до н. э. Онтогенез М. до данной поры элементарно отнести к промежутку рождения математики, а к VI-V вв. до н. э. подогнать початок промежутков простой математики. В течение сих пару первых карбонов математического анализа владеют призывание около необычно с очень условным багажом главных определений, рождённых ещё на безгранично первых рангах важного ортогенеза в спецсвязи с сущим обыкновенными заданиями хозяйственной практики. Главные цели микромеханики и микрофизики сумели лишь предпринимать сим да арсеналом главных математических определений.

1.1. Зарождение математики

Расчёт темы на досрочных этапах роста культуры привел к разработке простейших понятий арифметики натуральных чисел. Только на субстрата создать подсистемы словесной нумерации выясняют рукописные системы нумерации и понемногу делать способы исполнения над натуральными числами четырех арифметических действий. Нужда распознавания служат источником к приходу наименованию и определению простых дробных чисел и к созданию способов исполнения цифирных работа над дробями.

1.2. Что дает нам математика?

Практичное применение следствие абстрактного математического анализа запрашивают приём результата на данное задание в числительной редакции. Промеж тем аж дальше подробного абстрактного анализа миссии это очень часто бывает исключительно сложным делом. Зародившееся в конце XIX и в начале XX вв. численные методы анализа и алгебры выросли в связи с созданием и использованием ЭВМ в самостоятельную ветвь математика-вычислительную математику.

Отмеченные основные особенности современной математики и перечисленные основные направления исследований науки по разделам сложились в XX веке. В значительной мере это деление на разделы сохраняется, несмотря на стремительное развитие в XX века. Впрочем потребность уточнение данной математики, "математизация" разнообразных сфер науки, понимание математических действий в значительные круга практическом труде, проворная абразия электронно-вычислительной техники вызвали к конвекции главных деятельности алгебраист изнутри сложившихся разрядов математики и к выявлению всего ряда новейших математических предметов. На основании назначении учении главных подсистем, комбинаторного исследования, мнение графов, мнение кодирования произошёл дискретный разбор. Задача о лучшем управлении физиологическими или механизированный подсистемами, изображать дифференциальными уравнениями, подвернули к изучению лучшего правления математической теории.

2. Кто такие инженеры и их цели

Главной инженерной задачей считается исполнение новейших и оптимизация предсуществующих вердиктов. Примерно, оптимизация проектного заключения, оптимизация технологии и тому подобное. Производство важно новейших намерений собирает малейший отрезок инженерного натуга, однако особенно важную. Изначально инженерами давали имя лиц, кой использовали военными машинами.

Современная система высшего инженерного образования рождается в девятнадцатом веке. В её основу была положена немецкая система технического образования.

Первым высшим инженерным учебным заведением становится в 1810 году Главное инженерное училище Российской империи добавлением дополнительных офицерских классов и двухгодичным преодолением учения корнетов, в призраке ото всех разных кадетских зданий и инженерных учебных зданий России.

2.1. Знания инженера

Исследовав обязательства инженера мы, прибываем к заключению, словно для исполнения инженерной работы потребная база предназначенных понимание, первым из данных в содержании присутствует математика. Проанализируем, какие же знания нужны инженеру?

- современные средства вычислительной техники, коммуникаций и связи;
- методы исследования, правила и условия выполнения работ;
- основные требования, предъявляемые к технической документации, материалам, изделиям;
- основы экономики, организации труда и управления;
- основы трудового законодательства;
- правила и нормы охраны труда.

3. Роль математики в инженерной деятельности

В нынешний досуг, порой нужда математической выучки инженеров не нужно аргументировать, иной раз будто в содержательном и в объединительном порядке обособилась область данных наук, ставшая объектом философско-методологического анализа, вопрос о важности математики для электрорадиотехники трансформировался в период математизации технических наук.

Таким образом, теоретическое исследование в технических науках направлено на построение моделей процесса, позволяющих давать математическое описание и получать численное решение для различных режимов функционирования технического устройства.

Вывод

Мы исследовали значения, цели, задачи, результаты понятия: математика в инженерии. Провели параллель, и нашли взаимосвязь между инженером и математикой. Имеется старая народная поговорка: "Если математику не знал, не инженером, а монтером стал". Все инженерные исследования и результаты работ имеют под собой в основе точную науку - математику. Математика необходима инженеру, как база данных на которой специалист строит свою

работу, результатом которой характеризуются эффективные шаги в росте науки и техники, в обеспеченности существования людей, функциональности окружающих нас устройств и материалов.

Следовательно, мы выясняли, математика нужна инженеру для процветающего развития науки и техники, для оснащения и функциональности окружающего нас мира и материй.

Список литературы:

1. Колмогоров А.Н., Математика, в кн.: Большая Советская Энциклопедия, 2 изд., т. 26, М., 1954;
2. Виноградов И.М., Математика и научный прогресс, в кн.: Ленин и современная наука, кн. 2, М., 1970;
3. Гильберт Д., Бернайс П., Основания математики. Логические исчисления и формализация арифметики, пер. с нем., М., 1979;
4. Математика, ее содержание, методы и значение, т. 1-3, М., 1956;
5. История математики с древнейших времен до начала XIX столетия, т. 1-3, М., 1970-72;
6. Математика XIX века. Математическая логика. Алгебра. Теория чисел. Теория вероятностей, М., 1978;
7. Математика XIX века. Геометрия. Теория аналитических функций, М., 1981;
8. Стройк Д.Я., Краткий очерк истории математики, пер. с нем., 3 изд., М., 1978;
9. Марджанишвили К.К., Математика в Академии наук СССР, "Вестн. АН СССР", 1974, № 6;
10. Материал из Википедии - свободной энциклопедии
11. Квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и других служащих. Утверждено постановлением Минтруда РФ от 21 августа 1998 г. N 37. Изменения от 21 января, 4 августа 2000 г., 20 апреля 2001 г., 31 мая, 20 июня 2002 г., 28 июля, 12 ноября 2003 г., 25 июля 2005 г., 7 ноября 2006 г., 17 сентября 2007 г., 29 апреля 2008 г.
12. <http://www.portal-slovo.ru> (Симоненко Оксана Даниловна Ведущий научный сотрудник ИИЕТ РАН, доцент кафедры истории и философии науки РАДИОВТУЗА Московского авиационного института, к. т.н.)

ИСТОРИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ОПЕРАЦИОННОГО ИСЧИСЛЕНИЯ И ВКЛАД УЧЁНЫХ В ЕГО РАЗВИТИЕ

Лысенко Ирина Владимировна

*студент, Ставропольский государственный педагогический институт,
РФ, г. Ставрополь*

Иванова Ксения Романовна

*студент, Ставропольский государственный педагогический институт,
РФ, г. Ставрополь*

Сербина Людмила Ивановна

*научный руководитель, профессор, Ставропольский государственный
педагогический институт,
РФ, г. Ставрополь*

Аннотация. В статье описывается история операционного исчисления и вклад ученых в его развитие.

Abstract. The article describes the history of operational calculus and the contribution of scientists to its development.

Различные отечественные и зарубежные ученые посвятили свою работу разработке теории и приложений операционного исчисления.

Истоки операционного исчисления берут свое начало от таких математиков и ученых, как Сервуа и Лейбниц, а позже их работы в этом направлении посвятили Буль, Мерфи, Грегори, Грейвс, Хергрив, Кейли, Кермикель и Джиллетт.

Английские математики использовали символические методы в дифференциальном и интегральном исчислении, в исчислении конечных разностей, в теории дифференциальных и разностных уравнений. В своих исследованиях они определили сущность законов Сервуа и более четко обосновали возможность использования различных символов. Сам символизм получил серьезное математическое определение, и его применение стало более стандартизированным. Изучены рациональные функции, целые числа, а также

нецелые по соответствующей символике. Это позволило получить много разных формул.

В целях доказательства некоторых математических положений, такие великие математики, как Какэ, Коши и Пикар пользовались операторами символьными преобразованиями.

$$p^{-1}f(t) = \int_0^t f(u)du$$

Ученые Коши и Пикард разработали метод доказательства существования и единственности решения дифференциальных уравнений.

Значительное улучшение символического исчисления было введено Лиувиллем. А в середине XIX века появились математические труды, посвященные символическому или операционному исчислению. Их основной задачей была «алгебраизация» дифференциальных уравнений, а именно замена исходных дифференциальных уравнений на эквивалентные алгебраические по отношению к полученным результатам. Первыми в этой области стали работы профессора Киевского университета М.Е. Ващенко-Захарченко и один из основателей Московского математического общества А. В. Летникова.

К началу 20-го века появились работы английского ученого Оливера Хевисайда (1850–1925); они имели большой смысл для разработки операционного исчисления. Позднее в науке появляется неоднозначная фигура О. Хевисайда.

Английский ученый-самоучка, инженер, математик и физик Хевисайд впервые применил комплексные числа для изучения электрических цепей, разработал метод преобразования Лапласа для решения дифференциальных уравнений, сформулировал уравнения Максвелла в терминах электрических и магнитных сил и потоков и независимо от других. Исследователи создали векторный анализ. Несмотря на то, что Хевисайд практически не нашел взаимопонимания с научным сообществом, его исследования открыли новую математику и математику. Он разработал теорию линий электропередачи в 1873 году.

В 1880-1887 годах Оливер Хевисайд разработал операционное исчисление, ввел обозначение для дифференциального оператора, а также метод решения дифференциальных уравнений путем сведения к обычным алгебраическим уравнениям, которые изначально вызывали сильное возмущение из-за отсутствия строгого объяснения. Цитата Оливера Хевисайда: “Математика есть наука экспериментальная, определения появляются последними”, что послужило ответом на критику за использование еще не определенных операторов.

Хевисайд изложил свои идеи более подробно во втором томе известного трехтомного эссе «Электромагнитная теория». Наиболее интересными вопросами для Хевисайда было распространение возмущений в длинных линиях с индуктивностью самих линий или без них, а также в линиях, заканчивающихся каким-либо импедансом. Именно этот вопрос он использовал для применения операционного исчисления. Простота его решения этих довольно сложных задач была просто потрясающей.

Они были выведены из нескольких новых идей работы, он сделал это так кратко и элегантно, что вы можете сделать много более точных математических методов. Имея достаточную сводку таких «операционных представлений» или изображений (согласно современной терминологии), каждый человек, знакомый с техникой метода, может без особых трудностей получить новые операционные отношения между более или менее сложными функциями.

Положения операционного исчисления были выведены Хевисайдом почти независимо от других математиков, о чем свидетельствует тот факт, что он мало ссылался на работу своих предшественников. Сначала он попытался опубликовать свои результаты в серии статей «Об операторах в физической математике». Одним из наиболее важных результатов Хевисайда является формула разложения.

Таким образом, Хевисайд предложил формальные правила обращения с оператором $p = \frac{d}{dt}$ и некоторые функции этого оператора решили ряд важнейших задач электродинамики. Несмотря на это, операционное исчисление

не получило математического обоснования в трудах Хевисайда, большинство из которых оставалось недоказанным. Дальнейшее развитие операционного исчисления было сосредоточено на обосновании рассуждений Хевисайда. И здесь трансформация была принята в качестве основной точки исчисления Лапласа.

Строгое обоснование операционного исчисления было дано с помощью интегрального преобразования Лапласа. Если эта функция преобразования $f(t), 0 \leq t \leq +\infty$, переходит в функцию $F(z)$, где $z = x + iy$: обозначается $f(t) \rightarrow F(z)$, то производная перейдет в функцию $zF(z) - f(0)$, т. е. $f'(t) \rightarrow zF(z) - f(0)$ и интеграл $\int_0^t f(u)du \rightarrow \frac{F(z)}{z}$. Таким образом, оператор дифференцирования p переходит к оператору умножения на переменную z , и интегрирование сводится к делению на z .

В начале 1920-х годов операционное исчисление снова стало ключом к изучению многих математиков. С 1916 года Бромвич работал в этом направлении. В это же время Карсон воплотил идею создать прочную математическую основу для операционного исчисления и показал, что операционные методы Хевисайда могут быть объяснены на основе преобразования Лапласа. Возникает идея полностью исключить любое значение «оператора» и вернуть в исчисление старое имя - «символическое исчисление», но между операционным исчислением и символическим исчислением первой половины XIX века существовала «дистанция огромного размера».

К концу XIX века теория символического исчисления начала терять свое развитие. Быстрый рост в процессе разработки технологий ставил конкретные задачи и ожидал их быстрого реагирования, инженерам требовались конкретные практические методы. Истоки операционного исчисления лежат в XVIII веке. Стоит отметить, что именно в XVIII веке математические символы, которые были обычными с точки зрения современных ученых, были значительно упрощены. Это, несомненно, катализатор первых неизвестных

идей о возможности введения новой символики, применение которой могло бы упростить сложные математические операции.

Существенные внедрения внесли в обоснование операционного исчисления П. Леви и Джеффрис. Построение новой системы операционного исчисления на основе преобразования Лапласа снимает саму идею действия «оператора» на «оперируемое выражение», и, таким образом, как указывает Ван-дер-Поль, вновь появляется вместо «операционного исчисления» термин «символическое исчисление».

В 1930-е годы профессор А. М. Эфрос, сотрудник Математического института Харьковского университета, инженер-электрик (также работавший в этом институте), имевший А. М. Данилевского. За время своей работы Данилевский опубликовал ряд исследований, в частности, работу «О численном решении волнового уравнения». Член-корреспондент Эфрос окончил Харьковский электротехнический институт, защитил кандидатскую диссертацию, также докторские диссертации и смог получить звание профессора. Его работа в основном относится к области операционного исчисления. Член-корреспондент Данилевский и А.М. Эфрос опубликовали свои обширные исследования в 1937 году «Операционное исчисление и контурные интегралы» по операционным методам. В своих работах ученые брали за основу исследования по операционному исчислению Хевисайда в той форме, которая была разработана Карсоном. В исследованиях под названием «Некоторые применения операционного исчисления к анализу» Эфрос значительно дополняет соотношения, полученные Карсоном, Ван дер Полем и другими исследователями. Для этого он использует различные методы и методы операционного исчисления. Он сводит эти методы к следующему:

- применение теоремы Бореля (обыкновенного и обобщенного);
- суммирование изображений и начальных функций;
- использование рядов изображений и строк исходных функций;
- дифференциация и интеграция символических отношений по определенному параметру;

- смешанные преобразования;
- вычисление интегралов путем введения параметров, которые символически преобразуются.

Список литературы:

1. Ващенко-Захарченко М. Е. Символическое исчисление и приложение его к интегрированию линейных дифференциальных уравнений / Ващенко-Захарченко М. Е.– Киев, 1862.–105 с.
2. Болотовский Б. М. Оливер Хевисайд / Болотовский Б. М.– М.: Изд. "Наука", 1985.– 259с.
3. Петрова С. С. О. Хевисайд и развитие символического исчисления / Петрова С. С. – ИМИ, 1985.– вып. 28.– С. 98–122.
4. Микусинский Я. Операционное исчисление / Микусинский Я. (пер. с польск.).– М., 1956. – 156 с.
5. Слудский Ф. А. Жизнь и труды А. В. Летникова / Слудский Ф. А. – М., 1889.–189 с.
6. Штокало И. З. Операционное исчисление / Штокало И. З.– Киев, 1972.– 304 с.

РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА ГОМОМОРФНОГО ШИФРОВАНИЯ

Оганисян Тигран Саядович
студент, СНИУ имени Королева,
РФ, г. Самара

Сысоев Евгений Алексеевич
студент, СНИУ имени Королева,
РФ, г. Самара

Тишин Владимир Викторович
научный руководитель, доцент, СНИУ
РФ, г. Самара

В последние годы в области информационной безопасности набирают свою популярность новые направления. Одними из таких перспективных направлений развития информационных технологий являются облачные вычисления и хранилища данных. Данные технологии позволяют уменьшить расходы на ИТ-инфраструктуру и гибко реагировать на изменения вычислительных потребностей. Но с противоположной точки зрения, в облачных системах хранятся и обрабатываются секретные данные, такие как личная информация или государственная тайна. Поэтому возникают угрозы неконтролируемого доступа к этой конфиденциальной информации со стороны провайдера облачной инфраструктуры, а также риска вредоносных вторжений в облако. Для снижения угрозы утечки информации перед передачей в облако данные шифруются. Из этого вытекает потребность предоставления возможности выполнять произвольные вычисления над зашифрованными данными без их предварительного расшифрования. Полностью гомоморфное шифрование дает право производить операции с нерасшифрованными данным.

1. Области применения гомоморфного шифрования

1.1. Криптографическая защита смарт-карт

В будущем смарт-карты больше не будут предназначены для устройств, обслуживающих единственное целевое приложение. Вместо этого разрабатываются универсальные карты с собственной ОС, которые являются многофункциональными; таким образом, единственная индивидуальная карта

будет иметь возможность взаимодействовать с несколькими поставщиками услуг. Для того чтобы карта была в состоянии справиться с несколькими приложениями, было высказано предположение, что карта должна содержать данные владельца и что операционная система карты должна импортировать с сервера код функций (методов), которые будут выполняться над данными. В статье предлагается дополнительное решение для ослабления требования того, что все конфиденциальные данные и обработка будет происходить на карте. Идея состоит в том, что некоторые приложения могут работать вне карты на гомоморфно зашифрованных данных. Для таких приложений, карты ведут себя не просто как пассивное устройство, поскольку операционная система карты отвечает за шифрование и расшифрование данных, а также за управление доступом внешних приложений к данным.

1.2 Облачные системы

Облачные системы — модель онлайн-хранилища данных, позволяющих производить действия с этими данными. В целях обеспечения защиты информации предусмотрены определенные криптографические механизмы. Но сразу же всплывает один недостаток таких систем: в целях модификации удаленных данных появляется необходимость передавать секретный ключ по сети, а это, фактически, означает его раскрытие, что приводит к появлению угрозы безопасности.

Гомоморфное шифрование — это средство, которое позволит работать с зашифрованными данными, также, как и с открытыми.

1.3. Обфускация для защиты программных продуктов

Обфускация-это возникновение трудностей в функциональной области реализуемой программы. Для решения вопроса с обфускацией хорошо подходит гомоморфное шифрование, позволяющее зашифровать программу без потери ее функциональности.

2. Обзор некоторых систем гомоморфного шифрования.

Говоря о гомоморфном шифровании, можно привести в пример такие схемы, как:

- Somewhat Homomorphic Encryption.
- Схема гомоморфного шифрования на основе матриц.
- Схема полного гомоморфного шифрования на основе матричных полиномов.

В каждой гомоморфной криптосистеме можно выделить некоторые общие алгоритмы

Каждая криптосистема подразумевает в себе несколько этапов обработки информации с помощью некоторых алгоритмов, обеспечивающих достижение нужных целей в шифровании

- **Генерация ключей** процесс создания открытого ключа (openKey) и секретного ключа (secretKey)

- **Алгоритм шифрования** позволяет осуществить шифрование открытого текста(AlgEncrypt)

- **Алгоритм дешифрования** заключается в расшифровке зашифрованного текста (AlgDecrypt)

- **Гомоморфное вычисление**

Алгоритм шифрование принимает открытый текст и ключ. После выполнения последовательности определенных действий мы получаем зашифрованный текст.

$$C = AlgEncrypt(openKey, O) \quad (1)$$

Алгоритм дешифрования является обратным алгоритму шифрования.

$$O = AlgDecrypt(secretKey, C) \quad (2)$$

Принцип гомоморфного вычисления заключается в том, что пользуясь некой математической функцией $M()$ и двумя текстами $t1, t2$ в результате мы получаем зашифрованный текст C , при этом

$$C = Estimation(M(), t1, t2) \quad (3)$$

$$O = Decrypt(secretKey, C) = M(O1, O2) \quad (4)$$

Некоторые описываемые алгоритмы обладают высокой математической сложностью, что осложняет программирование данных математических

вкладок. Мы представим анализ одной из схем, а именно *Somewhat Homomorphic Encryption*.

3. Схема Somewhat Homomorphic Encryption

Рассмотрим частично гомоморфную схему, а именно схему гомоморфную относительно операции сложения. Данная схема построена на применении и составлении группы вычетов целого числа N . Таким образом, закрытый ключ в данной схеме представляет собой целое число, на которое накладываются следующие условия:

- Число должно быть много больше N ;
- Число должно быть взаимно простым с N .

Этапы шифрования:

1) Выбор числа N

Группа целых чисел, с которыми будет способна работать криптосистема генерируется как, группа вычетов по модулю N . Таким образом в качестве открытого текста могут выступать числа от 0 до N .

2) Генерация ключей (KeyGeneration)

1. Секретный ключ - `secretKey`.

Генерируется случайное число `secretKey`, такое что $\text{secretKey} \gg N$ и $\text{НОД}(\text{secretKey}, N) = 1$. В нашей реализации накладывается еще одно условие: `secretKey` не может быть больше 2^{31} , так как мы использовали тип данных “int”

2. Открытый ключ - `openKey`.

Открытым ключом является набор больших чисел $\{p_1, p_2, \dots, p_n\}$ таких что $p_i \bmod N = 2e_i$, где e_i числа намного меньше N . В нашей реализации n является константой и равняется 100.

3) Шифрование (Encrypt)

Алгоритм шифрования принимает на вход открытый текст m и открытый ключ `openKey`. Из набора `openKey` случайным образом выбирается 50 элементов p_i и суммируются с m . Таким образом шифрованный текст $= m + \sum_{i=1}^{50} p_i$

4) Дешифрование (Decrypt)

Алгоритм дешифрования принимает на вход зашифрованный текст c и секретный ключ $secretKey$. Открытый текст $m = (c \text{ mod } secretKey) \text{ mod } N$.

5) Операции над зашифрованным текстом (Estimation)

Как было сказано ранее, описанная схема является гомоморфной только относительно операции сложения. Поэтому, для того чтобы произвести операцию над зашифрованными данными, достаточно просто сложить или вычесть два зашифрованных текста.

Достоинства данной схемы:

- Малая потребность в вычислительных ресурсах. Единственный плюс данной системы вытекает из ее минусов, которые мы рассмотрим ниже.

Минусы данной схемы:

- Данная схема оперирует с числами из группы вычетов некоторого числа N , что означает, что множество открытых текстов - конечное.
- В данной схеме доступна только операция сложения.

4. Заключение

Подводя итоги, можно заявить, что на сегодняшний день гомоморфное шифрование является одним из самых перспективных и актуальных направлений криптографии. Исследования показали, что на настоящий момент существуют разнообразные криптосистемы, основанные на гомоморфных свойствах. Каждая имеет свои достоинства и недостатки. При рассмотрении конкретных задач можно использовать наиболее подходящие схемы для их выполнения.

Список литературы:

1. Варновский Н.П., Шокуров А.В. Гомоморфное шифрование. // Труды ИСП РАН., - 2007. - № 12. - С.27-29.
2. Graig Gentry. A Fully Homomorphic Encryption Scheme, 2009 – P. 71-80.
3. Бабенко Л. К., Буртыка., Макаревич О. Б., Трепачева А. В. Защищенные вычисления и гомоморфное шифрование. // Программные системы: теория и приложения, - 2014. - С. 16-18.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

**ТЕХНИЧЕСКИЕ
И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ.
СТУДЕНЧЕСКИЙ НАУЧНЫЙ ФОРУМ**

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

№ 6 (17)
Июнь 2019 г.

В авторской редакции

Издательство «МЦНО»
125009, Москва, Георгиевский пер. 1, стр.1, оф. 5
E-mail: mail@nauchforum.ru

16+

