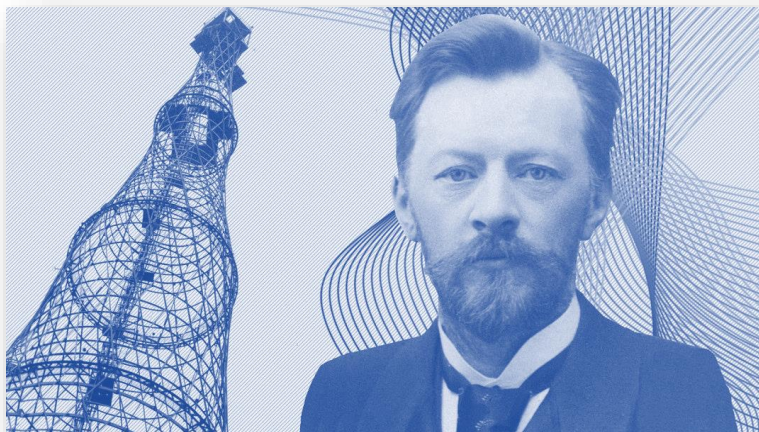


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Российская академия наук
Российская академия архитектуры и строительных наук
Администрация Белгородской области
ФГБОУ ВО Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова
Международное общественное движение инноваторов
«Технопарк БГТУ им. В.Г. Шухова»

**Международная научно-техническая
конференция молодых ученых
БГТУ им. В.Г. Шухова,
*посвященная 170-летию со дня рождения В.Г. Шухова***



Сборник докладов

Часть 20

***Фундаментальные и прикладные исследования в области
естественнонаучных и технических дисциплин***

Белгород
16-17 мая 2023 г.

УДК 005.745

ББК 72.5

М 43

М 43

Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова, посвященная 170-летию со дня рождения В.Г. Шухова [Электронный ресурс]: Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова, 2023. – Ч. 20. – 400 с.

ISBN 978-5-361-01142-1

В сборнике опубликованы доклады студентов, аспирантов и молодых ученых, представленные по результатам проведения Международной научно-технической конференции молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова, посвященной 170-летию со дня рождения В.Г. Шухова.

Материалы статей могут быть использованы студентами, магистрантами, аспирантами и молодыми учеными, занимающимися вопросами энергоснабжения и управления в производстве строительных материалов, архитектурных конструкций, электротехники, экономики и менеджмента, гуманитарных и социальных исследований, а также в учебном процессе университета.

УДК 005.745

ББК 72.5

ISBN 978-5-361-01142-1

©Белгородский государственный
технологический университет
(БГТУ) им. В.Г. Шухова, 2023

Оглавление

Аверьянова И.Г., Лосева А.В., Покорная И.Ю.

ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА НАХОЖДЕНИЯ
ЦЕНТРА МАСС НА ЯЗЫКЕ PASCAL 14

Агафонов К.Ю.

АНАЛИЗ РОССИЙСКОГО РЫНКА ИНФОРМАЦИОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ..... 18

Амлетова Е.С.

ОБНАРУЖЕНИЕ ФИШИНГОВЫХ ВЕБ-САЙТОВ С ПОМОЩЬЮ
МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ НА
НЕСБАЛАНСИРОВАННЫХ ДАННЫХ 22

Амлетова Е.С.

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕНЕРАТИВНОЙ СОСТЯЗАТЕЛЬНОЙ СЕТИ ДЛЯ
РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ НЕСБАЛАНСИРОВАННОСТИ ДАННЫХ.. 26

Астафьев В.С., Залялов А. Т.

ПРОБЛЕМА ПЕРВОНАЧАЛА БЫТИЯ В ПИФАГОРЕИЗМЕ..... 29

Байгулова А.В.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ
ВЫЯВЛЕНИЯ МОШЕННИЧЕСКИХ ВАКАНСИЙ 32

Балакина Н.В.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СЕЛЕКЦИОННО-ПЛЕМЕННОЙ
РАБОТЫ С ГАЛЛОВЕЙСКОЙ ПОРОДОЙ КРУПНОГО РОГАТОГО
СКОТА В УСЛОВИЯХ ООО «ГАЛЛОВЕЙ КОСТРОМА»
ГАЛИЧСКОГО РАЙОНА КОСТРОМСКОЙ ОБЛАСТИ..... 36

Безруких А.И.

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЙ ПОИСК В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
КОМАНДЫ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ..... 41

Бирева Д.С.

СТАТИСТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СУДИМОСТИ В РФ ПО
ВИДАМ ПРЕСТУПЛЕНИЙ 45

Брыксина В.А.¹, Курьято Н.А.², Байшева У.В.¹, Айдемирова Ф.А.¹

ИНГИБИРОВАНИЕ	КОРРОЗИИ	МЕТАЛЛОВ	
ЛЕКАРСТВЕННЫМИ ПРЕПАРАТАМИ			50
Буданов М.Я., ¹ Дряпак А.Н., ¹ Алешукина А.В. ²			
ПОЛУЧЕНИЕ 12-ЗАМЕЩЕННЫХ АЗАБЕРБЕРРУБИНОВ.....			55
Буров В.Е.			
ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОБРАБОТКИ НА КОЛЛОИДНО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ФЛОТАЦИОННЫХ РЕАГЕНТОВ СОСТАВА «СОБИРАТЕЛЬ-ВСПЕНИВАТЕЛЬ»			58
Быковский Н.В.			
ИССЛЕДОВАНИЕ P-N ПЕРЕХОДА, ПОЛУЧЕННОГО МЕТОДОМ ЗОННОЙ ПЕРЕКРИСТАЛЛИЗАЦИИ ГРАДИЕНТОМ ТЕМПЕРАТУРЫ.....			63
Виноградов С.Э.			
СЕТЕВОЙ ПРОТОКОЛ TLS.....			66
Вихарева Ж.А.			
ИССЛЕДОВАНИЕ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВО ВРЕМЯ ПОЛЁТА CANSAT С СИСТЕМОЙ УПРАВЛЯЕМОГО СПУСКА			70
Вихарева Ж.А.			
АППРОКСИМАЦИЯ ДАННЫХ В СИСТЕМЕ МАТЛАВ			75
Власов Г.С. ¹			
ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРИКЛАДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ.....			79
Габрин В.А.			
МОДИФИЦИРОВАНИЕ СОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ ХИТОЗАНА ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ИОНОВ d-МЕТАЛЛОВ ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ			84
Галкина А.С., Лебедев В.Е.			
КОМПЛЕКСЫ Co(II) НА ОСНОВЕ БИС-ГЕТАРИЛГИДРАЗОНА ДИАЦЕТИЛА, ПРОЯВЛЯЮЩИЕ СВОЙСТВА МОНОМОЛЕКУЛЯРНЫХ МАГНИТОВ			88

Герцен М.М.¹, Гольшева А.Н.², Переломов Л.В.¹

ОЦЕНКА СВЯЗЫВАНИЯ ГЕКСАДЕКАНА КАК КОМПОНЕНТА НЕФТЯНОЙ ФРАКЦИИ ГУМИНОВЫМИ КИСЛОТАМИ ТРОСТНИКОВОГО ТОРФА..... 92

Глазков М.Д.

WEBRTC И АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ВЕБ-ВИДЕОСВЯЗИ: ОБЗОР И СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ..... 96

Граборова Е.В.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К СПЕЦИАЛИСТАМ В ОБЛАСТИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ АЛГОРИТМОВ ОБРАБОТКИ ТЕКСТА..... 101

Григорьевский А.Е., Ваулин В.И.,

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ГАЗОПЕРЕРАБОТКИ..... 105

Губенко М.В., Саввин Н.Ю.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ..... 111

Долгова А.Н., Дударовская О.Г.

ТЕПЛОМАССОБМЕННОЕ КОНТАКТНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ АППАРАТОВ ОЧИСТКИ И ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ 114

Ерохина Е.Ю., Пухов И.Е.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ В РАМАХ ОТ СИЛОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ..... 117

Иваненко Д.А., Булгакова А.А.

ГИДРОГЕЛИ. ИХ ОСОБЕННОСТИ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ 121

Инешина В.П.

КЛЕТОЧНЫЕ АВТОМАТЫ И ИХ РЕАЛИЗАЦИЯ НА ЯЗЫКЕ .. 124
ПРОГРАММИРОВАНИЯ C#..... 124

Кайдалова А.А., Еремин В.О.

РАСЧЕТ СТАТИЧЕСКИ ОПРЕДЕЛИМОЙ КОМБИНИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ..... 129

Калашникова В.М.

МУЛЬТИКОМПОНЕНТНАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ
САЛИЦИЛОВОГО АЛЬДЕГИДА, 2-АМИНОПРОП-1-ЕН-1,1,3
ТРИКАРБОНИТРИЛА И 2-ЦИАНОАЦЕТОГИДРАЗИДА 133

Касаткина И.С.

КОРРЕЛЯЦИОННО-РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ СУДИМОСТИ
В РФ..... 137

Кизиёва А.С. Макарова А.Н.

АНАЛИЗ РЫНКА СПОРТИВНОГО ПИТАНИЯ В РОССИИ 141

Кислицин С.Е., Мережко Н.И.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ 6,8-ДИ-ТРЕТ-БУТИЛ-3Н-ФЕНОКСАЗИН-3
ОНА С АРОМАТИЧЕСКИМИ АМИНАМИ В РАСПЛАВАХ..... 144

Ковальчук Т.Н., Гильманов А.Я.

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ
ОСНОВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ
ПАРОЦИКЛИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА НЕФТЯНОЙ ПЛАСТ
..... 147

Козиненко Е.А., Матрёнина Е.Р.

КОМПЬЮТЕРНОЕ ЗРЕНИЕ 150

Козиненко Е.А., Московченко А.Д.

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ
..... 153

Костецкая В.А.

ВЛИЯНИЕ СОЦИАЛЬНО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ И
ОБРАЗА ЖИЗНИ НА БИОЛОГИЧЕСКИЙ ВОЗРАСТ ЧЕЛОВЕКА
..... 156

Котикова К.В., Морозова В.А., Читава Л.Е.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ БАЗАЛЬТОВОГО ВОЛОКНИСТОГО НАПОЛНИТЕЛЯ НА ПРОЦЕСС ОТВЕРЖДЕНИЯ ЭПОКСИДНОГО СВЯЗУЮЩЕГО.....	161
Кофанова Я.С.	
ФИЛОСОФИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА	165
Красильников И.О.	
ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА ВНЕКОРНЕВУЮ ПОДКОРМКУ РАСТЕНИЙ	168
Кузник Д.В.	
ЭЛЕМЕНТАРНАЯ ЧАСТИЦА НЕЙТРИНО	172
Курьято Н.А. ¹ , Брыксина В.А. ² , Айдемирова Ф.А. ² , Байшева У.В. ²	
РАСТИТЕЛЬНЫЕ ЭКСТРАКТЫ КАК СПОСОБ ЗАЩИТЫ МЕТАЛЛОВ ОТ КОРРОЗИИ В КИСЛЫХ СРЕДАХ	176
Линец В.В.	
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ ТУГОПЛАВКОГО СТЕКЛА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОКРАШЕННЫХ СИТАЛЛОВ	180
Лобзин И.А.	
АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СИСТЕМЫ ИИ СНАТGPT ПО ПОИСКУ ОШИБОК В ИСХОДНОМ КОДЕ	185
Лосева А.В., Аверьянова И.Г., Покорная И.Ю.	
МЕЖПРЕДМЕТНЫЕ СВЯЗИ В ПРОЦЕССЕ ИЗУЧЕНИЯ ЦЕНТРА МАСС ФИГУРЫ	190
Лядова Ю. В., Морозова В. А.	
РЕЦЕПТУРА СТОМАТОЛОГИЧЕСКОГО ПОЛИМЕРНОГО КОМПОЗИТА НА ОСНОВЕ БИС-ФЕНОЛГЛИЦЕДИЛДИМЕТАКРИЛАТА ДЛЯ РЕСТАВРАЦИИ ТВЕРДЫХ ТКАНЕЙ ЗУБА	193
Мангушев И.Д, Хабибуллина Л.Ф., Григорьев И.В.	
ВЛИЯНИЕ СФЕРЫ И МЕХАНИЗМА ХОБЕРМАНА НА РАЗВИТИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН	196

Матвеевко Д.С., Крупенченкова Д.О.	
ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЛАТЕКСНОГО МАТЕРИАЛА	200
Машуров Д.Р.	
СЕТЕВОЙ ПРОТОКОЛ НТТР/3	203
Мельниченко А.В., Солгалов В.В., Пилавиду Е.О.	
ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ НЕЙТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ.....	207
Мерззликина А.И., Копнина О. В., Пирожкова Е.С	
ПРОИЗВОДСТВО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА	212
Михайлюков Р.И.	
НЕВОЗМОЖНЫЕ ФИГУРЫ В ГЕОМЕТРИИ.....	215
Мойсейчик А.Е. ¹ , Яковлев А.А. ²	
РАСЧЕТ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОВЕРХНОСТИ И НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ УПРУГО-ПЛАСТИЧЕСКИХ ТЕЛ ИЗ СТАЛИ ПРИ ИХ НАГРУЖЕНИИ	218
Морозов Д.А.	
ВСТРАИВАНИЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО СЕГМЕНТА КАК ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ПРИ СОЗДАНИИ ПРОГРАММ НА ЯЗЫКЕ СИ.....	225
Морозов Д.А.	
СЕТЕВОЙ ПРОТОКОЛ УТР И ЕГО ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ	229
Морозова В. А., Котикова К.В., Лядова Ю. В.	
МОДИФИЦИРОВАНИЕ СОСТАВА ЭПОКСИДНОГО КОМПОЗИТА С ЦЕЛЬЮ УЛУЧШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ	233
Назаров Д.Е.	
О ВЛИЯНИИ СЖАТИЯ, ПОДАВАЕМОГО НА НЕЙРОННУЮ СЕТЬ ИЗОБРАЖЕНИЯ, НА ТОЧНОСТЬ РАСПОЗНАВАНИЯ.....	236

Науменко В.В.	
ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ: ПЕРСПЕКТИВЫ И ВЫЗОВЫ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ	240
Науменко В.В.	
ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ, МЕТОДЫ И ИНСТРУМЕНТЫ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА	242
Нгуен Туан Кхой	
THE EFFECT OF BIOCHAR AND CHEMICAL FERTILIZERS ON THE PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF GRAY SOIL IN VIETNAM	245
Орлов Д.Ю.	
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ФРЕЙМОРКОВ KTOR И LARAVEL ДЛЯ BACKEND СЕРВЕРОВ	248
Павлов З. Д., Черкесас Э. Д., Хабибуллина Л.Ф.	
АНАЛИТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СФЕРЫ ХОБЕРМАНА	253
Петрова М.С., Алиев Т.А., Гончаров В.В.	
ЭЛЕКТРОДНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ИНГИБИТОРОВ КОРРОЗИИ В ПОТОЧНОМ РЕЖИМЕ.....	257
Пилавиду Е.О, Прокопченко А.П., Солгалов В.В.	
СОВРЕМЕННЫЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ СВИНЦУ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ РЕНТЕНОВСКИХ ЛУЧЕЙ В ОБЛАСТИ МЕДИЦИНЫ	261
Пилавиду Е.О., Солгалов В.В., Гусейнова В.В.	
АКТУАЛЬНОСТЬ ИССЛЕДОВАНИЯ БОРАТНЫХ СТЕКЛ В КАЧЕСТВЕ МАТЕРИАЛА ДЛЯ ОСЛАБЛЕНИЯ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ	265
Пирожкова Е.С., Щербаков А.С., Копнина О.В.	
РЕЦЕПТУРА ЗАЛИВОЧНОГО КОМПАУНДА	270
Поветкин Б.Д.	

ДИСТАНЦИОННОЕ И ОЧНОЕ ОБУЧЕНИЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА». ПЛЮСЫ И МИНУСЫ	273
Подлеснова А.А.	
ВЫЯВЛЕНИЕ ПРИЗНАКОВ БОЛЕЗНИ ПАРКИНСОНА ПО ДИНАМИКЕ ПОЧЕРКА	278
Половнева Ю.Е.	
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ В АРХИТЕКТУРЕ	282
Придорогина А.Е.	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ В КРИПТОГРАФИИ	285
Прокопченко А.П., Пилавиду Е.О., Солгалов В.В.	
ПРИМЕНЕНИЕ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА ДЛЯ СОЗДАНИЯ РАДИАЦИОННО-ЗАЩИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ	290
Сабиров Р.И., Маслов И.Н.	
СУХОЕ ТРЕНИЕ В ПРИМЕРЕ ПЭНЛЕВЕ-КЛЕЙНА	295
Саввин Н.Ю., Чубук А.А.	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ СОСТОЯНИЯ ЖИДКОСТИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ	298
Самойлова Е.А., Гринченко А.С.	
АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ИНВЕНТАРЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ИГР В UNITY НА ПРИМЕРЕ ЖАНРА «ФЕРМА»	302
Сенин А.А., Верещагина Н.В.	
ЧАСТИЧНО ГИДРОЛИЗОВАННЫЙ ТРИМЕТИЛАЛЮМИНИЙ КАК АКТИВАТОР КАТАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ОЛИГОМЕРИЗАЦИИ ЭТИЛЕНА	307
Серебряков С.В.	
КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ ОТ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ С	

ДОБАВЛЕНИЕМ ТЯЖЕЛЫХ СТЕКЛОВИДНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ.....	310
Скороходова М.Р., Саввин Н.Ю., Гаручава М.Ю.	
ГЕТЕРОГЕННЫЕ СИСТЕМЫ В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ.....	312
Скороходова М.Р.	
АДИАБАТНЫЕ СИСТЕМЫ В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ.....	316
Солгалов В.В., Серебряков С.В.	
СВИНЦОВО-БОРАТНЫЕ СТЕКЛА И СИТАЛЛЫ С НИЗКИМ СОДЕРЖАНИЕМ СВИНЦА ДЛЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ ОТ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ.....	321
Супрунчук В.Е., Тарала Л.В., Бражко Е.А.	
КРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА И ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ ОПТИЧЕСКОЙ КЕРАМИКИ Y3AG: Cr.....	325
Тищенко А.Е., Пардаев М.Р., Семёнов А.Ю.	
ОПТИМИЗАЦИЯ СТЕРЖНЕВЫХ СИСТЕМ ПРИ СИЛОВОМ И ТЕПЛОВОМ ВОЗДЕЙСТВИЯХ.....	328
Тыштыкбаева А.Е.	
АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СТРЕССА НА УЧЕБНОЕ ПОВЕДЕНИЕ СТУДЕНТОВ ВУЗА	331
Ус Д.А., Самойлова Е.А.,	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ МАТЛАВ И SIMULINK ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ И АНАЛИЗА ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕМЕНТОВ САУ	336
Фам Тхи Тхон	
ОСНОВНЫЕ ПРОЦЕССЫ, ПРОХОДЯЩИЕ В ПОЧВЕ ПРИДООЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД.....	342
Фарваев Э.Ф.	
ПОСТРОЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ИЗОЛИНИЙ ДЛЯ НЕРЕГУЛЯРНЫХ СЕТЕЙ МОНИТОРИНГА.....	348
Федоринов А.Ю., Епринцев М.А.	

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА МЕСТНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ГЕОМЕТРИИ ГНУТОГО КОЛЕНА.....	353
Федоринов А.Ю., Епринцев М.А.	
АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ПУТЕЙ КОНТРОЛЯ АВИАДВИГАТЕЛЕЙ	355
Цай Цзычжо	
ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕЙСТВИЯ ПОДВОДНОГО РОБОТА СО СТРУКТУРОЙ ИЗ ТАНТАЛОВОГО СПЛАВА.....	358
Цапенко А.А., Матушкина А.В.	
ЛОБАЧЕВСКИЙ И ЕГО НАСЛЕДИЕ	365
Чепурченко Д.Е.	
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВИРТУАЛЬНЫХ ДОСОК PADLET И SBOARD.....	371
Читава Л.Е.	
РАЗРАБОТКА АНТИКОРРОЗИОННОЙ КРАСКИ С УЛУЧШЕННЫМИ ПРОЧНОСТНЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ НА ОСНОВЕ ПОЛИСТИРОЛЬНОЙ МАТРИЦЫ.....	376
¹ Чудновец Т.А., ¹ Лапенко А.К., ¹ Выпова Е.Р., ² Купцова П.С.	
РАСПОЗНОВАНИЕ КЛЕТОК В КАМЕРЕ ГОРЯЕВА С ПОМОЩЬЮ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА.....	381
Шарафиева Р.Р., Умарова Н.Н.	
МНОГОМЕРНАЯ КАЛИБРОВКА В КОЛИЧЕСТВЕННОМ АНАЛИЗЕ ИМИДАЗОЛИНОВ	384
Щербаков А.С., Мерзликина А.И., Пирожкова Е.С.	
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ ДИСКОВ ДЛЯ САД/САМ ФРЕЗЕРОВАНИЯ, ПРИМЕНЯЮЩИХСЯ В ОРТОПЕДИЧЕСКОЙ СТОМАТОЛОГИИ.....	387
Яковлев А.А.	

ВЫЯВЛЕНИЕ ОПАСНЫХ СОСТОЯНИЙ И ДЕФЕКТОВ В ЭЛЕМЕНТАХ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ, НАХОДЯЩИХСЯ ПОД НАГРУЗКОЙ, ПО ИК-ИЗЛУЧЕНИЮ 391

Яловенко И.А.

ЛИСТ МЕБИУСА И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ 397

Аверьянова И.Г., Лосева А.В., Покорная И.Ю.

*Воронежский государственный педагогический университет,
г. Воронеж, Россия*

ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА НАХОЖДЕНИЯ ЦЕНТРА МАСС НА ЯЗЫКЕ PASCAL

Центр масс – точка, характеризующая распределение масс в теле или системе тел. Представляется она как материальная точка, в которой сосредоточена вся масса системы и на которую действуют все приложенные к системе внешние силы [1]. Решение различных типов задач на нахождение центра масс сводится к нахождению центра масс системы материальных точек, что и сделало данную статью актуальной, ведь с помощью программы находить центр масс станет значительно быстрее и легче.

В ходе работы была составлена программа на языке Pascal, которая вычисляет центр масс системы материальных точек, в которых сосредоточена некоторая масса [2]. Программа написана по следующей формуле:

$$\begin{cases} x_s = \frac{\sum_i m_i x_i}{\sum m}, \\ y_s = \frac{\sum_i m_i y_i}{\sum m}, \\ z_s = \frac{\sum_i m_i z_i}{\sum m}, \end{cases} \quad (1)$$

Изначально пользователю предлагается ввести количество материальных точек из условия задачи (это показывает, что данная программа является универсальной и подойдет для любого количества материальных точек). Далее пользователь должен ввести координаты x , y , z каждой из точек, а также массу им соответствующую.

Стоит отметить, что представленная программа ориентируется на задачи в трехмерном пространстве, но если будет дана задача в двумерном пространстве, то пользователю надо будет в графе ввода аппликаты везде указывать 0, а в ответе смотреть на координаты x и y . Также если в условии задачи будут даны лишь координаты точек, т.е. точки не будут иметь различную массу, то пользователю следует указать во все значения массы единицы.

Если пользователь неверно вводит данные, т.е. задает отрицательное количество точек или отрицательную массу, то программа сразу выдает ошибку и просит пользователя повторить ввод. Фрагмент программы представлен ниже:

```

write('Введите количество материальных точек = ');
read(n);
while (n <= 0) do
begin
  writeln('Количество должно быть положительным числом,
повторите ввод');
  write('Введите количество материальных точек = ');
  readln(n);
end;
x := new real[n + 1];
y := new real[n + 1];
z := new real[n + 1];
m := new real[n + 1];
for i := 1 to n do
begin
  writeln('Введите координаты ', i, ' точки:');
  write('x', i, ' = ');
  read(x[i]);
  write('y', i, ' = ');
  read(y[i]);
  write('z', i, ' = ');
  read(z[i]);
  writeln('Введите массу ', i, ' точки:');
  write('m', i, ' = ');
  read(m[i]);
  while (m[i] <= 0) do
begin
  writeln('Масса должна быть положительным числом, повторите
ввод');
  writeln('Введите массу ', i, ' точки:');
  readln(m[i]);
end;

```

Первым шагом, чтобы посчитать центр масс системы материальных точек, необходимо каждую из координат конкретной точки умножить на массу, ей соответствующую. Данный этап указан ниже.

```

x[i] := x[i] * m[i];
y[i] := y[i] * m[i];
z[i] := z[i] * m[i];

```

Далее, чтобы программа посчитала центр масс, была написана функция, с помощью которой можно посчитать сумму каждой из

координат всех точек, умноженных на соответствующие массы, а также общую массу всех точек. Фрагмент программы указан ниже.

```
function sum(k: a): real;
var
  i: integer;
  s: real;
begin
  sum := 0;
  for i := 1 to n do
    s := s + k[i];
  sum := s;
end;
```

Осталось только выполнить деление и вывести ответ.

```
writeln('Координаты центра масс:');
writeln('x = ', sum(x) / sum(m):1:2);
writeln('y = ', sum(y) / sum(m):1:2);
writeln('z = ', sum(z) / sum(m):1:2);
```

Данная программа была протестирована большое количество раз и всегда выдавала верные значения. Чтобы убедиться в правильности решения, посчитаем центр масс системы материальных точек вручную.

Задача. Даны точки A(4,5,6) с массой 2 г., B(3,7,8) с массой 4 г., C(5,6,8) с массой 6 г. Найти центр масс данной системы материальных точек.

По формуле (1) находим центр масс:

$$\begin{cases} x_S = \frac{4 \cdot 2 + 3 \cdot 4 + 5 \cdot 6}{2 + 4 + 6} \approx 4,17; \\ y_S = \frac{5 \cdot 2 + 7 \cdot 4 + 6 \cdot 6}{2 + 4 + 6} \approx 6,17; \\ z_S = \frac{6 \cdot 2 + 8 \cdot 4 + 8 \cdot 6}{2 + 4 + 6} \approx 7,67. \end{cases} \quad (2)$$

Следовательно, точка S(4,17; 6,17; 7,67) – является центром масс системы материальных точек. Введем эти же значения в программу. На рис. 1. показан ход работы программы и ответ, который она выводит.


```

Введите количество материальных точек = 3
Введите координаты 1 точки:
x1 = 4
y1 = 5
z1 = 6
Введите массу 1 точки:
m1 = 2

Введите координаты 2 точки:
x2 = 3
y2 = 7
z2 = 8
Введите массу 2 точки:
m2 = 4

Введите координаты 3 точки:
x3 = 5
y3 = 6
z3 = 8
Введите массу 3 точки:
m3 = 6

Координаты центра масс:
x = 4.17
y = 6.17
z = 7.67

```

Рис. 1 Реализация программы

Если посмотреть на последние строки, то можно увидеть, что ответы одинаковые. Программа округляет дроби до сотых, при желании можно сделать ответ более точным, увеличив количество знаков после запятой. В будущем планируется создать одну программу, с помощью которой можно было бы решить все типы задач на нахождение центра масс в трехмерном и двумерном пространстве.

Задачи на нахождение центра масс дают возможность наглядно показать значимость математики как инструмента для перехода от окружающей действительности к реальным математическим процессам, их наглядной интерпретации и возможности дальнейших направлений исследования по данной теме.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Балк М.Б. Геометрические приложения понятия о центре тяжести. – Москва: Государственное издательство физико-математической литературы, 1959. – 230 с.

2. Аверьянова, И. Г. Рациональное нахождение центра масс системы материальных точек / И. Г. Аверьянова, А. В. Лосева, И. Ю. Покорная // Наука и инновации в XXI веке: Сборник научных статей всероссийской с международным участием междисциплинарной

научно-практической конференции, Самара, 25 мая 2022 года. – Самара: Издатель Исакова Т.С. (БИОР), 2022. – С. 10-13. – EDN HQSMMQ.

УДК 004:331.5

Агафонов К.Ю.

***Научный руководитель: Гриненко Г.П., канд. экон. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия***

АНАЛИЗ РОССИЙСКОГО РЫНКА ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

IT рынок в России существенно изменился с начала 2020 года. Основной причиной послужила пандемия коронавируса. Ситуация, которая сложилась в 2020 году, повысила важность цифровизации и переориентировала не только пользователей на удаленный формат получения услуг, но и специалистов. Несмотря на это, по данным Tadviser [1] на 2021 год, российский IT рынок показал положительную динамику, а рост рынка составил 20%, объем достиг 2,22 трлн рублей.

События, произошедшие в мире в начале 2022 года, поставили экономику страны в сложное положение, но несмотря на текущую обстановку, IT-отрасль продолжает активно развиваться. Главными проблемами развития IT в России остаются политическая обстановка и уход зарубежных IT компаний. Так, согласно данным Inclient [2], после 24 февраля 2022 года Россию покинули 188 зарубежных IT-компаний, а 23% столкнулись с серьезными проблемами.

Заметно снизилась численность разработчиков ПО из-за релокации части сотрудников. При этом в середине года произошло парадоксальное снижение дефицита кадров на российском рынке оставшихся в России специалистов.

На этом фоне проявляется тренд в том, что госструктуры и госкорпорации будут преобладать среди заказчиков и покупателей ПО. Государство будет как главным покупателем, так и главным инвестором.

Однако, правительство реализует меры поддержки IT-отрасли путем проведения национальной программы «Цифровая экономика». В проект входят: налоговые льготы, гранты, льготная ипотека, отсрочка от армии, льготные кредиты и т.д. Таким образом, государство пытается решить проблему нехватки квалифицированных специалистов путем проведения федеральных проектов по различным IT направлениям:

- Информационная безопасность;

- Цифровые технологии;
- Цифровое государственное управление;
- Искусственный интеллект;
- И др. [3]

Государство активно поддерживает проекты по разработке и внедрению отечественных цифровых продуктов, сервисов и платформенных решений.

Основной тенденцией трансформации стоит отметить смену фокуса приоритетов и потребностей двух ключевых сторон ИТ рынка труда:

- Работодатели приостановили практику заполнения штата студентами и новичками в ИТ области, сконцентрировались на найме кандидатов с несколькими годами работы для закрытия текущих, важных тактических задач, а также развития новых продуктов с минимальными затратами временных и финансовых ресурсов;

- Внимание кандидатов направлено на стабильность, надежность и устойчивость. На текущий момент, соискатель, выбирая между трудоустройством в стартап и зарекомендовавшей себя на рынке компании, с большей вероятностью предпочтет второй вариант.

Таким образом, растет востребованность специалистов с навыками разработки и работы с импортозамещающими технологиями и ПО. Это значит, выигрышные позиции займут кандидаты с подобными компетенциями и те, кто готов быстро переквалифицироваться в соответствии с запросами рынка. [4]

Одним из приоритетных направлений в области ИТ стала кибербезопасность. Большое количество компаний ощутили на себе беспрецедентное количество атак на свою инфраструктуру. Ответом на это стало резкое увеличение сервисов информационной безопасности на рынке – они выросли в разы за счёт того, что заказчики стали чаще обращаться к специалистам.

Для российских ИТ компаний открылась новая зона возможностей – создание сервисов и ПО для импорта в соседние страны. Можно смело сказать, что в 2023 году российские ИТ компании будут осваивать рынки Таджикистана, Армении, Грузии и других соседних стран. Удобные продукты для среднестатистического пользователя, к которым привыкли россияне, такие как мгновенный перевод денег, оплата счетов и др., там пока еще в дефиците, поэтому это открывает широкие возможности.

Несмотря на открывшиеся перспективы, российские ИТ-компании все же столкнулись с трудностями в области аппаратного обеспечения. Часть оборудования уже сегодня можно закупать через параллельный

импорт, однако этот канал пока не налажен в полном объеме и несет определенные риски и трудности. Кроме того, зарубежные поставщики закрыли для российских клиентов доступ к своим сервисам, однако и из этого можно выделить преимущество – у отечественных компаний возросло число заказов на разработку.

Как уже говорилось ранее, профессионалы в IT сфере становятся все больше и больше востребованными. Так, по данным HeadHunter, за 2022 год зарплата специалистов разных уровней выросла на 4%. Высококвалифицированным сотрудникам работодатель готов платить в среднем 250 тыс. руб. [5]

Если рассматривать отношение количества вакансий за месяц в IT сфере 2021 года к 2022 году, то можно увидеть, что в 2021 году работодатели активно искали специалистов разных направлений. К концу года и началу 2022 года, количество вакансий начинает сокращаться, а после и вовсе уменьшаться в разы (Рис. 1).

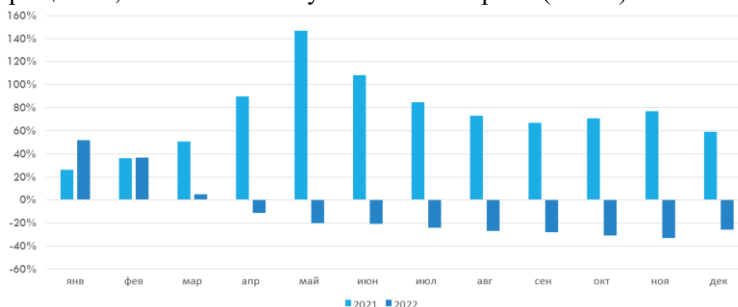


Рис. 1 Динамика IT вакансий

Ситуация с резюме, как раз же, противоположная: в 2022 году, по сравнению с 2021 годом, их количество растет и продолжит расти в 2023 году. На это влияет актуальность IT-направления, высокий уровень зарплат, возможность работать дистанционно, а также увеличение числа образовательных курсов (Рис. 2). При этом дефицит высококвалифицированных кадров останется.

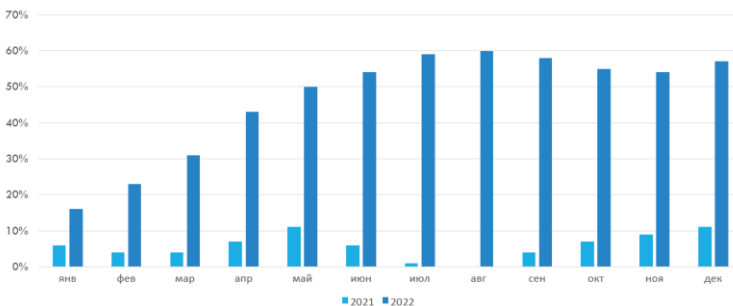


Рис. 2 Динамика IT резюме

В 2023 году российский IT-рынок продолжит адаптироваться к новым реалиям. Сформируются полноценные цепочки поставок оборудования, увеличится спрос на цифровые проекты (как со стороны корпоративных заказчиков, так и от госсектора) и заказную разработку ПО, решения на основе Open Source, технологии искусственного интеллекта, ИБ-услуги и отечественные инструменты.

Кроме того, в 2023 году ожидается множество крупных IT-проектов – результатов коллаборации ведущих игроков рынка и ИЦК (индустриальные центры компетенций), консолидирующих отраслевой спрос на импортнезависимые решения.

Если раньше значительная часть ПО обслуживалась заказчиками совместно с западными разработчиками, то теперь большой объем задач по поддержке этих систем ляжет на российских специалистов. Некоторые решения будут заменены на отечественные аналоги – процесс импортозамещения будет наращивать темпы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Динамика и объем российского IT рынка. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:ИТ-рынок_России.
2. Статистика оттока IT-специалистов из России в 2023 году. [Электронный ресурс]. Режим доступа : <https://incliient.ru/outflow-it-specialists/>.
3. Цифровая экономика РФ. [Электронный ресурс]. Режим доступа : <https://digital.gov.ru/ru/activity/directions/858/>.
4. Трансформации рынка труда ИТ в 2022 году. [Электронный ресурс]. — Режим доступа : <https://habr.com/ru/post/697080/>.
5. Вакансии февраля в сфере ИТ. [Электронный ресурс]. Режим

доступа:

https://belgorod.hh.ru/article/15673?hhtmFrom=article_applicants_list

6. Гриненко Г.П. Информационная безопасность компаний в условиях удаленного менеджмента / Экономика. Общество. Человек. Вып. XL. Междисциплинарные исследования проблем и тенденций цифровизации общества: материалы национальной научно-практической конференции с международным участием / Белгор. гос. технол. ун-т им. В.Г. Шухова; Белгор. регион. отд-е РАЕН. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2021. Стр. 59-66.

7. Гриненко Г.П. Потенциальные возможности и негативные последствия цифровизации мировой экономики / в монографии: под ред. Проф. Куприянова С.В. Национальные социально-экономические системы в условиях перехода к новому технологическому укладу. – Белгород: изд-во БГТУ, 2021. Стр. 58-67

УДК 004.89

Амлетова Е.С.

Научный руководитель: Катаева Е.С., ст. преп.

*Томский государственный университет систем управления
и радиоэлектроники, г. Томск, Россия*

ОБНАРУЖЕНИЕ ФИШИНГОВЫХ ВЕБ-САЙТОВ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ НА НЕСБАЛАНСИРОВАННЫХ ДАННЫХ

Фишинг является одним из распространенных типов кибератак, ежегодно проводящих к убыткам и утечкам данных. Средства фишинг-мошенничества с каждым днем продолжают расти не только количественно, но и качественно [1].

Таким образом, выявление фишинговых URL-адресов является актуальной и активно развивающейся областью исследований. В данной статье предлагается подход машинного обучения для выявления фишинговых сайтов, применяется несколько методов сэмплирования для корректировки выборки с целью балансировки распределения классов в исходном наборе данных [2].

Для проведения исследования был выбран набор данных «Malicious and Benign Websites» из общедоступного источника Kaggle [3]. Набор данных является результатом исследований студентов-бакалавров, целью которых было собрать набор данных с вредоносными и безопасными веб-признаками.

Признаки, выбранные для исследования, соответствуют веб-признакам для каждого URL-адреса.

Далее приведены признаки, на основе которых будет проводиться классификация фишинговых веб-сайтов:

1. tcp conversation exchange – переменная показывает количество TCP-пакетов, которыми обмениваются сервер и система обнаружения опасных серверов;

2. dist remote tcp port – количество обнаруженных портов, отличных от TCP;

3. remote ips – переменная показывает количество ip-адресов, подключенных к системе обнаружения опасных серверов;

4. app bytes – количество переданных байтов;

5. source app packets – пакеты, отправленные системой обнаружения опасных серверов на сервер;

6. remote app packets – пакеты, полученные с сервера;

7. app packets – количество IP-пакетов, сгенерированных во время обмена между системой обнаружения опасных серверов и сервером;

8. dns query times – количество DNS-пакетов.

Выбранный набор данных позволяет изучать и проводить анализ вредоносных веб-сайтов с помощью его признаков прикладного и сетевого уровня. Набор данных содержит 967 URL-адресов, в том числе 861 URL-адрес для законных веб-сайтов, которые относятся к 0 классу, и 106 URL-адресов для фишинговых веб-сайтов, которые относятся к 1 классу (рис. 1).

Для проведения исследования были выбраны три алгоритма машинного обучения, которые показывали хорошие результаты в проанализированных нами публикациях. Для построения моделей использовались следующие методы: логистическая регрессия, случайный лес, метод опорных векторов.

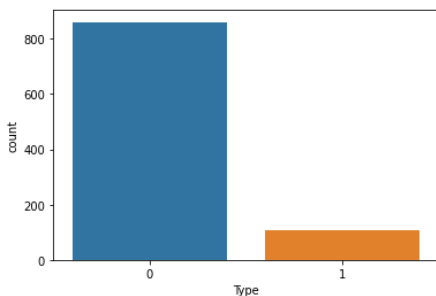


Рис. 1. Набор данных «Malicious and Benign Websites», количество объектов 0 и 1 классов

Для решения проблемы дисбаланса классов одним из подходов является использование методов ресэмплинга. Данный подход позволяет создать сбалансированное распределение классов, что помогает классификаторам в работе. Как правило используется два метода: недостаточная выборка и избыточная выборка. При использовании недостаточной выборки происходит удаление некоторых объектов мажоритарного класса, что может привести к потере важных наблюдений. При использовании избыточной выборки происходит добавление объектов путем дублирования существующих наблюдений.

Для достижения повышения точности и других метрик результативности методов машинного обучения воспользуемся оверсэмплингом (избыточная выборка) RandOS, SMOTE, BorderLineSMOTE, SVM SMOTE, ADASYN и андерсэмплингом (недостаточная выборка) Tomek Links.

Для классификации фишинговых сайтов было проведено три эксперимента.

Первый эксперимент представляет собой классификацию вредоносных сайтов на несбалансированном наборе данных, с помощью трех алгоритмов машинного обучения, выбранных для классификации в ходе анализа публикаций по исследуемой теме.

Второй эксперимент представляет собой разделение данных на две выборки обучающую и тестовую в соотношении 80/20, к обучающей выборке применяются методы корректировки выборки с целью достижения балансов классов в исходном наборе данных, производится обучение моделей на трех алгоритмах машинного обучения, выбранных для классификации в ходе анализа публикаций по исследуемой теме.

Третий эксперимент заключается в исследовании качества классификации при использовании методов ресэмплинга для всей выборки, производится обучение моделей на трех алгоритмах машинного обучения, выбранных для классификации в ходе анализа публикаций по исследуемой теме, при построении моделей используется процедура кросс-валидации на десяти блоках.

В рассматриваемой нами области исследования лучше находить все потенциальные вредоносные веб-сайты, потому что пропуски фишинговых сайтов, позволят увеличить количество ситуаций, связанных с интернет-мошенничеством. Если модель отнесет безопасный веб-сайт к числу фишинговых, то при дальнейшем анализе можно разобраться является ли он безопасным или вредоносным.

В результате проведенных экспериментов, до применения методов ресэмплинга лучшие результаты обнаружения показала модель Случайного леса с точностью предсказания 80%, полнотой 67% и F1-мерой 78%.

При проведении эксперимента с корректировкой всей выборки, лучшие результаты показала модель Случайного леса применением метода оверсэмплинга SVM SMOTE с точностью предсказания 72%, полнотой 88% и F1-мерой 79%. Также неплохой результат показала данная модель в паре с методом оверсэмплинга ADASYN с точностью предсказания 70%, полнотой 79% и F1-мерой 75%. Худшие результаты показала модель опорных векторов с лучшим результатом при использовании метода оверсэмплинга BorderLineSMOTE с полнотой 62%.

Согласно полученным результатам, лучшим методом, который можно использовать для классификации фишинговых сайтов, можно назвать алгоритм Случайного леса. Данный алгоритм показал хорошие результаты при несбалансированном наборе данных, так и после балансировки данных.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Почему работает фишинг и как с ним бороться [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.kaspersky.ru/blog/how-to-avoid-phishing/5411/> (дата обращения: 10.11.2022).

2. Алгоритмы сэмпирования [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

http://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title=Алгоритмы_сэмплирования
(дата обращения: 20.10.2022).

3. Christian Urcuqui. Malicious and Benign Websites. Kaggle. [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<https://www.kaggle.com/datasets/xwolf12/malicious-and-benign-websites>
(дата обращения: 15.10.2022).

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕНЕРАТИВНОЙ СОСТЯЗАТЕЛЬНОЙ СЕТИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ НЕСБАЛАНСИРОВАННОСТИ ДАННЫХ

Наиболее популярным подходом для обнаружения вредоносных URL-адресов является машинное обучение. В предыдущем исследовании было выполнено обнаружение фишинговых веб-сайтов с помощью методов машинного обучения на несбалансированных данных. Корректировка выборки с целью балансировки распределения классов в исходном наборе данных была выполнена с помощью методов сэмплирования [1].

В данной работе для решения проблемы несбалансированности данных предлагается применение генеративной состязательной сети (GAN).

GAN – это алгоритм машинного обучения, который состоит из двух нейронных сетей: генератора и дискриминатора (рис.1). Генератор, получая на вход некоторый шум, имитирует распределение класса фишинговых сайтов из обучающего набора данных так, чтобы максимизировать ошибку дискриминатора, который в свою очередь классифицирует поданные на вход образцы и определяет являются ли входные данные реальными или сгенерированными. Таким образом, между двумя нейронными сетями возникает состязательная игра, в ходе которой они обучаются [2].

Основная цель методов, основанных на GAN, состоит в дополнении исходных обучающих данных таким образом, чтобы увеличить количество доступных ошибочных выборок для обучающей модели.



Рис.1 Принцип работы GAN сети

Используемый набор данных [3], который необходимо скорректировать, является результатом исследований студентов-бакалавров, целью которых было собрать данные с вредоносными и безопасными веб-сайтами.

Датасет позволяет изучать и проводить анализ вредоносных веб-сайтов с помощью его признаков прикладного и сетевого уровня. Набор данных содержит 967 URL-адресов, в том числе 861 URL-адрес для законных веб-сайтов, которые относятся к 0 классу, и 106 URL-адресов для фишинговых веб-сайтов, которые относятся к 1 классу.

Набор данных является несбалансированным, что может увеличить вероятность ошибок при классификации веб-сайтов. Применение генеративной состязательной сети для выбранного датасета целесообразно.

На этом этапе исследования была построена GAN сеть для проверки ее применимости для решения проблемы несбалансированности табличных данных.

Для генерации данных в скрытом пространстве был сгенерирован случайный шум, который идет на вход генератору. Генератор предсказывает входной случайный шум и выводит массив поддельных данных, которым присваивается метка 0. Также из реального набора данных происходит отбор выборок фишинговых сайтов, которым будет присваиваться метка 1.

Генератор и дискриминатор представляют собой простые последовательные модели, состоящие из полносвязных слоев.

GAN сеть также представляет собой последовательную модель, которая объединяет генератор и дискриминатор.

Для определения качества работы модели были рассмотрены потери генератора и дискриминатора (рис.2), а также точность модели (рис.3).

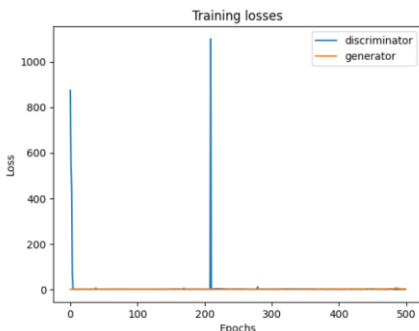


Рис. 2 – Потери генератора и дискриминатора при обучении на 500 эпохах

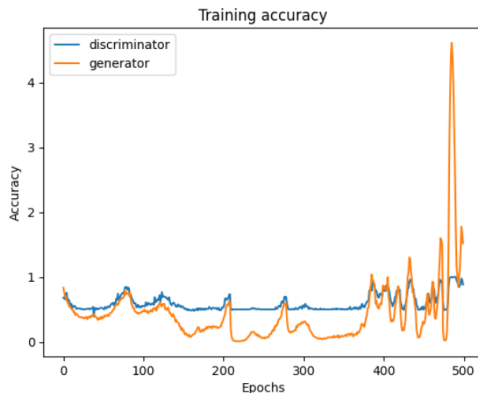


Рис. 3 – Точность модели при обучении на 500 эпохах

Сгенерированные данные были проверены с помощью библиотеки `table_evaluator`. С помощью данной библиотеки можно оценить, насколько сгенерированные данные похожи на данные из реального датасета. На рис.4 представлено распределение примеров фишинговых сайтов для параметров `remote app packets` и `source app bytes`.

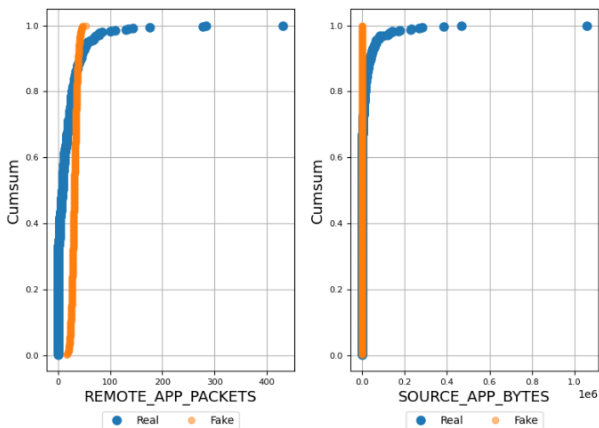


Рис.4 – Распределение реальных и сгенерированных данных для фишинговых сайтов

В дальнейшем для повышения качества генерации данных необходимо подобрать параметры GAN сети, оценить качество работы сети, чтобы использовать полученные данные для повышения качества классификации фишинговых веб-сайтов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алгоритмы сэмплирования [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
http://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title=Алгоритмы_сэмплирования
(дата обращения: 10.11.2022).
2. Сычугов А.А., Греков М.М. Применение генеративных состязательных сетей в системах обнаружения аномалий. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://moitvivi.ru/ru/journal/pdf?id=921> (дата обращения: 10.03.2023).
3. Christian Urcuqui. Malicious and Benign Websites. Kaggle. [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
<https://www.kaggle.com/datasets/xwolf12/malicious-and-benign-websites>
(дата обращения: 15.10.2022).

УДК 122

Астафьев В.С., Залялов А. Т.

Научный руководитель: Авдошин Г. В. д-р. филос. наук, проф.

Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, Россия

ПРОБЛЕМА ПЕРВОНАЧАЛА БЫТИЯ В ПИФАГОРЕИЗМЕ

В этой статье мы рассмотрим проблему первоначала в пифагорейской традиции. Мы будем рассматривать пифагореизм в целом, так как выявить подлинные мысли Пифагора на этот счет представляется очень сложным. Проблема первоначала была, есть и будет всегда, ибо в каждом уме рано или поздно появлялась мысль о том, что же могло породить наш с вами мир. Однако у каждого человека или группы людей есть свое видение первоначала, и пифагорейцы не были исключением.

Пифагорейцы в качестве первоначал рассматривали предел и беспредельное. «Предел» обозначал порядок, соразмерность, космос, «беспредельное» – хаос, бесформенность, беспорядок.

В целом пифагореизм разработал систему пар противоположностей. Всего было десять пар: предел – беспредельное, нечётное – чётное, одно – множество, правое – левое, мужское – женское, покой – изменение, прямое – кривое, свет – тьма, добро – зло, квадрат – разносторонний прямоугольник.

Как пишет У. К.Ч. Гатри: «Предел и беспредельное — это первичные как бы более широкие родовые понятия, в рамках которых находятся четное и нечетное» [2, с 423]. Также были «типичные для

пифагорейцев и досократиков в целом пары, как теплое – холодное, сухое – влажное, сладкое – горькое» [3].

Из сочетания предела и беспредельного возникают числа, а из числа уже возникает мир – как упорядоченное и соразмерное целое.

Согласно пифагореизму, числа могут быть описаны только посредством разума, но не осязаемых предметов. Этот подход позволил создать теорию чисел, которая стала основой дальнейшей разработки математической науки.

Важной частью пифагореизма было создание системы математических принципов и таблиц, которые использовались для изучения чисел и их свойств. Пифагорейцы также разработали понятие гармонии чисел, которое было основой музыкального искусства в греческой культуре.

В пифагореизме геометрические фигуры были тесно связаны с числами. Геометрия развивалась благодаря использованию чисел и их свойств. Считалось, что мир можно описать и объяснить математически, что имеет значение для изучения геометрических фигур, знание которых помогает рассуждать о мире и принимать решения в реальной жизни.

Для пифагорейцев числа не были просто математическими символами, но имели также духовное значение и могли помочь человеку понять мир и свою жизнь. Пифагорейцы утверждали, что мир нельзя понять без знания чисел, они помогают понимать гармонию, которая является ключом к духовному развитию. Они верили, что мир устроен на основе чисел, которые воздействуют и определяют нашу жизнь.

Один из пифагорейцев, Филолай, утверждал: «Все, что познаваемо, имеет число, ибо без него ничего нельзя ни помыслить, ни познать». Трехмерную величину Филолай символически обозначал числом «4» (точка — линия — плоскость — тело), качество вещи и цвет — числом «5», одушевленность тела, по Филолаю, — «6», ум и здоровье — «7», любовь и дружба — «8» [1].

Особое место в пифагорейской философской системе занимало число «10» («декада»), которое выражало предельную полноту и совершенство числового ряда и тем самым являлось универсальной формулой всего бытия [4]. Близкий к пифагореизму Спевсипп – древнегреческий философ, племянник и ученик Платона – считал, что декада содержит в себе, помимо всех основных отношений, «линейные, плоские и объемные числа. Один — это точка, два — это линия, три — это треугольник, четыре — это пирамида. Все они, каждая в своем роде, представляют собою первые и начальные фигуры» [2].

Пифагорейцы считали, что все числа взаимозависимы, и что изменение одного числа может привести к изменению других чисел. Они воспринимали числа не как математическую абстракцию, а складывали их из простых и понятных вещей, таких как разноцветные камушки, горошины, бобы, использовали их для счета, геометрии и арифметики. Для пифагорейцев все в мире состояло из чисел и геометрических фигур, которые соответствовали определенным предметам. Они верили, что форма вещей может быть выражена только на языке чисел. Например, единица была началом всех чисел, линия была началом поверхности, а поверхность – началом тела [5].

Аристотель говорит, что пифагорейцы выделяли в процессе возникновения три стадии: сначала из предела и беспредельного, четного и нечетного возникали числа, затем из чисел возникали геометрические фигуры, а из фигур складывались физические объекты.

Одной из главных идей пифагорейской космологии была концепция о гармонии сфер. Пифагорейцы считали, что все объекты во вселенной движутся в соответствии с числовыми пропорциями. Например, они утверждали, что расстояния между планетами и звездами соотносятся в определенных числовых отношениях.

Еще одной важной идеей в пифагорейской космологии была концепция гармонии масштабов. Они считали, что имеется взаимосвязь между масштабами различных объектов во вселенной, и что эта связь также может быть описана числами и математическими законами.

Таким образом, из проведенного анализа можно сделать вывод, что согласно пифагореизму было несколько вариантов первоначал, а точнее: предел и беспредельное как первоначала, а также число как первоначало. Но, тем не менее, все они переплетались между собой и дополняли друг друга, создавая целостную картину видения первоначала в пифагореизме.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Афонасин Е.В., Афонасина А.С., Щетников А.И. Пифагорейская традиция. – СПб.: РХГА, 2014. – 747 с.
2. Гатри У.К.Ч. История греческой философии. – СПб.: Владимир Даль, 2015. – 863 с.
3. Жмудь Л.Я. Пифагор и ранние пифагорейцы. – М.: Русский Фонд Содействия Образованию и Науке, 2012. – 446 с.
4. История философии: Учебник для вузов / Под ред. В.В. Васильева, А.А. Кротова, Д.В. Бугая. — М.: Академический Проект, 2008. – 680 с.

5. Гайденоко. П.П. Научная рациональность и философский разум. – М.: Прогресс-Традиция, 2003. – 528 с.

УДК 004.89

Байгулова А.В.

Научный руководитель: Катаева Е.С., ст. преп.

*Томский государственный университет систем управления
и радиоэлектроники, г. Томск, Россия*

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ МОШЕННИЧЕСКИХ ВАКАНСИЙ

В последнее время при поиске работы становится все труднее определить реального работодателя от мошенника. Исследовательская служба hh.ru показала, что среди 9 тысяч соискателей хотя бы раз сталкивались с обманом со стороны работодателей при поиске работы или трудоустройстве 65% соискателей [1].

Это довольно высокий процент и свидетельствует о том, что проблема с мошенничеством на рынке труда существует и нуждается в более серьезном внимании.

Основные признаки мошеннического предложения работы:

1. Предложение работы без собеседования или без проверки ваших квалификаций и опыта работы.
2. Предложение работы с очень высокой зарплатой или без опыта работы.
3. Предложение работы с коротким сроком на принятие решения.
4. Предложение работы, которое требует предоплаты за обучение или за оформление документов.
5. Предложение работы, которое приходит из неизвестного и непроверенного источника.

В настоящее время применение методов машинного обучения для решения важных задач является актуальным и востребованным. Машинное обучение позволяет автоматизировать и оптимизировать процессы в различных областях.

Для выявления мошеннических вакансий был проанализирован набор данных, который содержит 18 тысяч описаний вакансий, из которых около 800 являются поддельными [2]. Данные состоят как из текстовой информации, так и из метаданных о вакансиях (рис. 1).

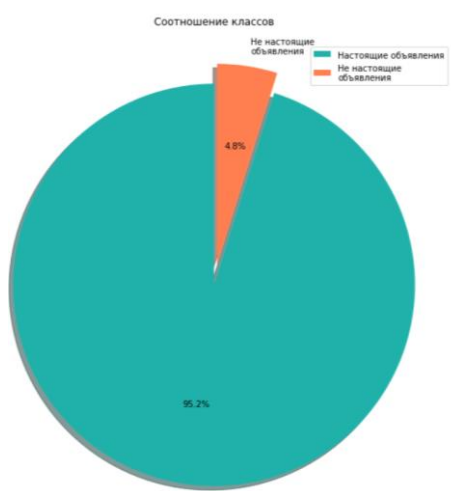


Рис. 1 Набор данных «Настоящие и мошеннические вакансии»

В исследование были проанализированы следующие показатели:

1. Идентификатор работы (уникальный идентификатор вакансии).
2. Должность (название объявления о приеме на работу).
3. Местоположение (географическое расположение объявления о приеме на работу).
4. Отдел (корпоративный отдел (например, отдел продаж)).
5. Диапазон зарплат (ориентировочный диапазон заработной платы (например, от 50 000 до 60 000 долларов США)).
6. Профиль компании (краткое описание компании).
7. Описание (подробное описание объявления о приеме на работу).
8. Требования (требования для кандидата).
9. Льготы (предлагаемые работодателем льготы).
10. Удаленная работа (верно, для дистанционных должностей).
11. Наличие логотип компании (верно, если присутствует логотип компании).
12. Есть вопросы (верно, если присутствуют вопросы для проверки).
13. Тип занятости (например, полная занятость, неполный рабочий день, Контракт и т. д.).
14. Требуемый опыт (например, руководитель, начальный уровень, стажер и т. д.).
15. Требуемое образование (например, степень доктора, магистра, бакалавра и т. д.).

16. Отрасль (например, автомобильная промышленность, ИТ, здравоохранение, недвижимость и т. д.).

17. Функция (например, консалтинг, инжиниринг, исследования, продажи и т. д.).

18. Мошенничество (атрибут классификации целей).

Для применения методов машинного обучения данные должны быть сбалансированы. Это означает, что выборка данных должна содержать достаточное количество примеров каждого класса, чтобы модель могла обучаться на полном наборе данных и давать точные прогнозы для всех классов. Если данные не сбалансированы, то модель может быть склонна к ошибочным выводам и не давать точных результатов для всех классов. Поэтому была проведена предварительная обработка данных:

1. Избавление от пустых значений.

2. Преобразование набора данных в текст, для дальнейшей обработки данных.

3. Применение векторизации – CountVectorizer из sklearn.

4. Применение балансировка – RandomOverSampler.

Данные после предварительной обработки представлены на рисунке 2.

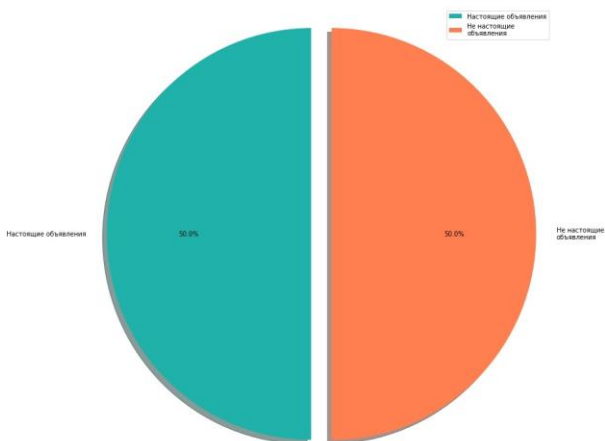


Рис. 2 Набор данных «Настоящие и мошеннические вакансии» после предварительной обработки

Для выявления мошеннических вакансий был применен LSTM (Long Short-Term Memory) — это тип нейронной сети, который используется для анализа последовательных данных, таких как тексты, звуковые сигналы и временные ряды. Он представляет собой

модификацию рекуррентных нейронных сетей (RNN), которая позволяет учитывать долгосрочную зависимость между элементами последовательности. LSTM использует специальные блоки памяти, которые позволяют ему сохранять информацию о предыдущих состояниях и использовать ее для прогнозирования будущих состояний. LSTM широко используется в задачах машинного перевода, распознавания речи, генерации текста и других задачах обработки естественного языка.

Точность определения настоящих и мошеннических вакансий составило 99% (рис. 3). Высокая точность в применении методов машинного обучения означает, что модель способна предсказывать результаты с высокой степенью точности и надежности.

	precision	recall	f1-score	support
class 0	0.98	1.00	0.99	5001
class 1	1.00	0.98	0.99	5208
accuracy			0.99	10209
macro avg	0.99	0.99	0.99	10209
weighted avg	0.99	0.99	0.99	10209

Рис. 3 Сводный отчет

Чтобы избежать мошенничества при поиске работы, следует быть осторожным и внимательным при выборе работодателя и не поддаваться на уловки мошенников. Не стоит отправлять личную информацию без проверки и платить за обучение или оформление документов до начала работы. Важно также проверять информацию о работодателе и его репутацию в интернете и общаться с ним только через официальные каналы связи.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Памятка по безопасному поиску работы: как распознать работодателя-мошенника [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tomsk.hh.ru/article/27112> (дата обращения: 20.04.2023).
2. Real / Fake Job Posting Prediction [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.kaggle.com/datasets/shivamb/real-or-fake-fake-jobposting-prediction> (дата обращения: 20.04.2023).

Балакина Н.В.

*Научный руководитель: Баранова Н.С., д-р с.-х. наук, проф.
Костромская государственная сельскохозяйственная академия,
г. Кострома, Россия*

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СЕЛЕКЦИОННО-ПЛЕМЕННОЙ РАБОТЫ С ГАЛЛОВЕЙСКОЙ ПОРОДОЙ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА В УСЛОВИЯХ ООО «ГАЛЛОВЕЙ КОСТРОМА» ГАЛИЧСКОГО РАЙОНА КОСТРОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Развитие племенного мясного скотоводства является важным направлением для повышения производительности сельского хозяйства в России [2]. Так как племенная база по мясному скоту в нашей стране слаба, то необходимо увеличивать число племенных хозяйств с целью осеменения низкопродуктивных коров молочного направления быками мясных пород [1]. Одним из таких хозяйств в Костромской области является племрепродуктор ООО «Галловей Кострома», который занимается разведением и продажей племенных быков породы галловей. Эта порода характеризуется высокими показателями прироста массы тела и мясной продуктивности, что делает ее одной из наиболее востребованных в данном регионе.

В связи с этим цель исследований – изучить современное состояние и перспективы развития мясного скотоводства в условиях ООО «Галловей Кострома» Галичского района Костромской области.

В соответствии с целью были определены следующие задачи:

- дать краткую характеристику галловейской породы;
- изучить ведение селекционно-племенной работы;
- наметить мероприятия по совершенствованию породно-продуктивных качеств скота галловейской породы.

Материал и методика исследований

В качестве объекта исследований был выбран крупный рогатый скот галловейской породы (племядра). Для проведения исследования были использованы данные зоотехнического и племенного учета, а также годовые отчеты предприятия и информация, полученная от информационно-селекционного центра Костромской области. В ходе исследования были применены общезоотехнические методы.

Результаты исследований

Галловейская порода скота была выведена в Шотландии, в графстве Галловей и считается одной из старейших пород на

Британских островах. Галлоуей отличаются от других пород длинными волнистыми волосами, которые обеспечивают защиту животных от неблагоприятных погодных условий. Средняя живая масса быков составляет 850 кг, а коров - 500 кг. Убойный выход породы достигает 62%, а мясо отличается превосходным качеством и не содержит избыточного жира [3]. Общая численность поголовья скота в хозяйстве составляет 350 голов, в том числе коров 128 голов.

Одним из ключевых методов увеличения численности мясного скота и повышения производительности является повышение интенсивности разведения стада [1]. Важно отметить, что использование коров в мясном скотоводстве продолжается не менее 5 лет, что позволяет снизить себестоимость производства говядины и увеличить её производство (табл. 1).

Таблица 1 – Генеалогическая структура стада ООО «Галлоуей Кострома»

Быки-родоначальники генеалогических групп			Количество потомков в маточном стаде хозяйства							
Кличка и номер	Породность	Место рождения	Коровы в возрасте			Телки			Всего	
			5 лет и >	4-х лет	3-х лет	Ст. 2 лет	Рождения прошлых лет	Рождения текущего года	голов	%
RikBulle	ч/п	Россия	-	-	-	12	27	6	45	19,2
Варан 2	ч/п	Россия	16	4	12	-	-	-	32	13,7
Гранит 519	ч/п	Россия	4	10	30	12	10	28	94	40,2
Ветер 5603	ч/п	Россия	-	-	24	8	19	12	63	26,9
Итого			20	14	66	32	56	46	234	100

Генеалогическая структура стада представлена 4 генгруппами. Среди них наиболее многочисленной является группа Гранита, которая составляет 40,2% от общего числа маточного поголовья. Группа RikBulle является самой молодой и перспективной, составляя 19,2% от общего числа маточного поголовья. Быки этих генгрупп были завезены с Алтая. В 2013 году в хозяйство был приобретен бык канадской селекции Хосе 22839 породы галлоуей.

Для того чтобы обеспечить высокое качество основной продукции хозяйства - говядины, необходимо уделять внимание составу и качеству кормов, которые должны содержать достаточное количество

питательных веществ для удовлетворения потребностей животных. Так, исходя из рекомендуемых норм кормления разных половозрастных групп животных на планируемый уровень продуктивности приводим примерные суточные рационы животных (табл. 2).

Таблица 2 – Суточные рационы животных в стойловый период

Показатель	Быки-производители	Коровы		Телята на подсосе, мес.		Телки после отъёма, мес.		Бычки в возрасте, мес.	
		Лактирующее	Сухостойные	0-4	4-8	8-12	12-16	7-12	12-16
Молоко (подсос), кг	-	-	-	7,2	4,5	-	-	-	-
Сено, кг	4,2	3,0	3,0	0,8	2,5	3,0	2,0	2,5	3,0
Сенаж, кг	8,3	12,2	10,7	-	4,7	9,6	10,3	9,0	13
Солома, кг	-	2,5	2,0	-	-	1,0	1,5	1,5	-
Концентраты, кг	3,0	1,8	1,5	1,3	1,5	1,3	1,5	2,0	3,0
Мел, г	-	-	-	38	12	1,0	-	-	-
Мин.-соевые брикеты, г	120	150	100	70	70	90	100	100	100
В рационе содержится:									
ОЭ, МДж	92,5	102,5	90,4	35,3	60,4	72	79,1	76,8	105,1
СВ, кг	9,3	11,0	9,7	2,7	5,8	7,2	8,3	7,8	9,8
ПП, г	939	962	862	403	672	774	766	803	1037
СК, г	2553	3646	3224	291	1467	1440	2713	2270	2799
Концентрация Э в 1 кг СВ, МДж	9,9	9,3	9,3	13,1	10,6	9,7	9,5	9,8	10,7

Так, зная суточную потребность в отдельных видах кормов и поголовье животных рассчитали годовую потребность хозяйства по видам кормов на год (табл. 3).

Таблица 3 – Потребность хозяйства в разных видах кормов на 2023 год

Группа животных	Поголо выс, гол	Требуется, ц					
		Сено	Сена ж	Солома	Концент раты	Пастбищ ная трава	Минеральн ые брикеты
Быки-производители	5	71	81	-	55	85	2,2
Коровы+нетели	150+36	1033	3600	715	530	13130	38,0
Телята на подсосе (0-6 мес.)	160	155	385	-	346	3035	20,2
Телята на доращивании (7-12 мес.)	160	864	2765	288	432	-	27,4
Телки 13-17 мес.)	80	48	240	36	180	3552	12,0
Бычки (13-17 мес.)	80	72	312	-	360	2400	12,0
Итого	-	2243	7383	1039	1903	22202	112,0

Исходя из потребности в отдельных видах кормов и планируемой урожайности рассчитаем потребность в посевных площадях (табл. 4).

Таблица 4 – Расчет потребности в посевных площадях на конец планируемого периода

Корма	Требуется корма в натуральном виде, ц	Страховой фонд, ц	Итого требуется, ц	Урожайность, ц/га	Требуется посевных площадей, га
Сено	2243	449	2692	25	108
Сенаж	7783	1557	9340	90	104
Концентраты	1903	190	2093	15	140
Зеленая масса, всего	22202	-	-	-	-
В т.ч. пастбища	15542	-	15542	80	194
Подкормка	6660	1332	7992	120	67
Итого	-	-	-	-	613

Расчеты показывают, что хозяйство в состоянии полностью обеспечить животных кормами собственного производства. Для возделывания кормовых культур, с учетом пастбищ, требуется 613 га. Но в хозяйстве отказались от выращивания зерновых культур, так как себестоимость зерна, выращенного в хозяйстве, очень высокая и

поэтому экономически выгоднее закупать его в южных зерноводческих хозяйствах России.

Для повышения эффективности производства говядины в хозяйстве рекомендуем:

1. В дальнейшем селекционную работу рекомендуем вести по двум наиболее перспективным генеалогическим группам: RikBulle и Гранита. Учитывая, что маточное поголовье в хозяйстве небольшое, при использовании только собственных быков-производителей мы можем прийти к нарастанию родственных связей, неизбежно сопровождающихся инбредной депрессией. Исходя из этого необходимо закупать быков-производителей галловейской породы в других племенных хозяйствах России.

2. Эффективная селекционно-племенная работа, направленная на повышение породно-продуктивных качеств стада, возможна только при создании животным всех групп хороших условий кормления и содержания. Только при физиологически и биологически полноценном кормлении животных может проявиться наиболее полно их генетический потенциал показателей мясной продуктивности.

3. Достоверное выявление генотипа животных по показателям мясной продуктивности позволит отбирать действительно лучших животных в активную часть стада, особенно быков-производителей, и тем самым активно влиять на селекционный процесс.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Губер Н. Б. Биологическая ценность мясной продукции при использовании биологически активных веществ / Н. Б. Губер, А. З. Шакирова, Г. М. Топурия. – Текст : непосредственный // Международный научно-исследовательский журнал. – 2013. – № 10–1 (17). – С. 96–97.

2. Дунин И. Результаты функционирования отрасли мясного скотоводства в Российской Федерации / И. Дунин, В. Шаркаев, А. Кочетков. – Текст : непосредственный // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 5. – С. 2–5. – ISSN 0235-2451.

3. Туников Г.М. Разведение животных с основами частной зоотехнии / Г.М. Туников, А.А. Коровушкин // Рязань: Московская типография, 2010. — 712 с.

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЙ ПОИСК В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОМАНДЫ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

В статье поднимается вопрос преимуществ и недостатков междисциплинарных научных исследований. Проводится анализ данного направления, приводится пример такого вида работы, его результаты.

Ключевые слова: междисциплинарное исследование, командная деятельность

В настоящее время в практике развития университетов все большую роль начинают занимать междисциплинарные исследования. В первую очередь нужно дать определение данному понятию. Междисциплинарные исследования – исследования группой лиц из двух или более дисциплин (областей знаний). Данный вид научной работы включает в себя ряд преимуществ, относительно классической модели:

1. Преодоление стереотипного мышления. Так как в группе находятся специалисты из разных направлений – появляется возможность использовать разнообразные подходы и методики из различных областей наук.

2. Расширение ограничений одной области знаний. Методы исследования можно разделить на общие, общенаучные, междисциплинарные и узкоспециализированные. Междисциплинарные методы шире, чем методы одной дисциплины.

3. Работа на стыке наук. Объединение специалистов из нескольких дисциплин позволяет работать в областях на границе нескольких научных школ, областей знаний.

4. Увеличение группы проблематики исследования. Работы на стыке нескольких наук позволяет расширить область исследования объекта, а следовательно, затронуть больше вопросов, касаемых проблемам выбранного направления.

Далее следует отметить особенности междисциплинарных методов и их отличие от других видов. В первую очередь данные методы используются только в смежных науках. Их нельзя применить в любом исследовании, как общенаучные методы. Однако, в отличии от узкоспециализированных методов, данная группа позволяет

использовать комбинацию различных приемов, позволяющую всестороннее раскрыть проблему изучаемого направления.

Для чего же проводятся междисциплинарные исследования. Каждая область знаний сильно ограничена в вопросах, ответы на которые можно получить самостоятельно. Для решения более сложных вопросов необходимо прибегать к помощи различных областей знаний. Для более компетентного решения данной задачи и применяется методика междисциплинарных исследований.

Далее следует дать описание этапам междисциплинарного исследования

1. Формирование исследовательской группы. Для успешной работы команды необходима грамотная коммуникация между её участниками, проработка и признание целей проекта, и тщательное структурирование группы.

2. Решение проблем с коммуникацией. Необходима проработка разногласий (понимание смысла проекта, вектор развития)

3. Проработка цели и задач исследовательского процесса

4. Изучение и оценка подходов к решению проблемы у разных участников группы

5. Интеграция знаний из разных дисциплин в общее исследование

6. Анализ и подготовка результатов

Как можно видеть из списка, представленного выше – построение междисциплинарного исследования несколько сложнее, чем исследование индивидуальное. Однако данный подход позволяет не только расширить область знаний и проблематику исследования, но и уменьшить вероятные погрешности исследования, а также рассмотреть вопрос под несколькими углами.

Исследователи в различных областях знаний могут объединяться для совместной работы над проектами, через «междисциплинарность», «трансдисциплинарность», при этом «междисциплинарность» предполагает работу в двух и более смежных областях знаний, позволяющую получать более целостную картину об изучаемом объекте, тогда как «трансдисциплинарность» выходит за рамки интеграции академических дисциплин и включает работу различных заинтересованных участников: исследователей, общественность.

Кроме преимуществ у данного подхода есть и трудности, которые могут привести к худшим результатам в результате исследования. В первую очередь, так как в проекте принимают участие ученые из разных областей знаний – это может привести к разногласиям между ними в результате применения каких-либо методов или видения наиболее важных частей и направления исследования. Отдельные участники

могут быть слишком заиклены на своей специализации и не учитывать данные остальных участников работы. Междисциплинарные исследования обязывают получать опыт такого вида сотрудничества для умения использовать и оценивать вклад других участников группы.

Вторая проблема является комплексной носит более формальный характер. Существует множество препятствий для данного вида деятельности. Такие исследования сложнее финансируются, так как для их рецензирования нужны специалисты из разных областей знаний. Данные работы сложнее публикуются, так как большинство изданий работает под определённую область знаний. Кроме того, в самих научно-образовательных учреждениях бюджет выделяется по отдельным отраслям науки, а не группам наук. Это приводит к проблеме конкуренции за финансирование и преобразованию междисциплинарных исследований в отдельные отрасли науки.

Далее следует отметить, что исходя из всего вышесказанного можно сделать вывод, что основой данного типа исследования является командная деятельность. Командная деятельность – это коллективные действия, цель которых — достичь определённого результата. В данном случае, результатом работы является научное исследование, проект. Исходя из этого и ключевой особенностью, способной привести к эффективному выполнению задач исследования является грамотное построение командной работы. Она включает в себя:

1. Совместная работа. Действие разных участников команды сообща. Отсутствие заикливания только на своей части исследования и отрицания иных действий и подходов.

2. Позиционирование. У каждого участника команды должна быть собственная роль. В первую очередь у команды должен быть лидер. Кроме того, необходимо назначить людей, умеющих выступать на публике и способных грамотно защитить итоговый проект. Важным человеком в команде является лицо, способное правильно оформить итоговую работу и отчетность, связанную с ней.

3. Коммуникация. Как было отмечено выше, для работы команды нужно создать условия открытость между её участниками и своевременное решение проблем и конфликтов.

4. Автономия участников. Команда представляет собой обособленную структуру с минимальным влиянием извне.

5. Синергия. Работа команды должна превышать и расширять работу отдельных её участников.

Работа команды это не просто работа группы лиц над общим проектом. При недостатке взаимодействия итоговый результат будет

хуже, чем при слаженной работе команды с высоким уровнем командной работы.

В качестве примера построения описываемого типа работы будет приведено исследование на стыке биологических и ландшафтных методик. Для исследования рекреационного (в первую очередь экотуристического) потенциала объекта необходимо проведение работ в совершенно разных направлениях. С одной стороны, нужен сбор сведений о состоянии территории, экологических факторах и описании маршрута на основе данной информации. С другой стороны, проведение рекреационных мероприятий на новой территории невозможно без оценки необходимости работ по благоустройству, градостроительной ситуации и визуальной оценки. Как можно видеть из описания для данной работы необходимо подключение специалистов из разных направлений. Результатом такого подхода стало комплексное решение проблемы на территории и построение целого ряда критериев оценки территории из различных областей знаний, что было бы невозможно без применения междисциплинарного подхода. Только применение междисциплинарного подхода позволило провести комплексный анализ территории и развить работу из экологического исследования объекта до проекта по созданию новой рекреационной зоны.

Междисциплинарность, в настоящее время, становится основным вектором развития науки. Данное направление необходимо для более целостного применения научных знаний. Следует отметить, что междисциплинарность развития науки нашла своё отражение в перечне поручений Президента РФ от 27 декабря 2014 г.: «Правительству Российской Федерации в целях развития междисциплинарных научных исследований подготовить совместно с президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по науке и образованию и Российской академией наук и представить в установленном порядке предложения по определению единых подходов к объединению интеллектуальных ресурсов и научной инфраструктуры организаций, осуществляющих научные исследования и разработки».

В исследовании поднимался вопрос особенностей междисциплинарных научных исследований. В результате можно сделать вывод о преимуществе данного направления над индивидуальными исследованиями в ряде аспектов. В первую очередь это расширение проблематики исследования и рассмотрения различных вопросов с разных точек зрения. Однако следует упомянуть, что грамотное формирование данного вида работы несколько сложнее, чем исследование одного человека. Командная деятельность требует

взаимответственности группы, наличия единой цели, развитых коммуникативных навыков и умения позиционирования участников. Кроме того, следует отметить проблемы в финансировании и публикациях в междисциплинарных работах. Однако при правильном формировании и работе команды в данном направлении возможно достичь больших результатов по нескольким научным направлениям в едином проекте.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Л.А. Ильина ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», Влияние междисциплинарных научных исследований на развитие инновационного потенциала университета, Самара, 2020 г.

2. Киселев В.Н, Нечаева Е.К. К вопросу о развитии междисциплинарных научных исследований в России, Ежегодник российского образовательного законодательства, Том 9. 2014 г.

3. Богдановская И.М., Королева Н.Н. Влияние междисциплинарных научных исследований на развитие инновационного потенциала университета // Universum: Вестник Герценовского университета. 2009. № 1. С. 14–18.

4. Mallabanda B., Wood G., Buchanan K., Staddon S., Mogles N.M., Gabe-Thomas E. The reality of cross-disciplinary energy research in the United Kingdom: A social science perspective. Energy Research & Social Science. 2017. Vol. 25. P. 9-18.

УДК 316.4.06: 330.43

Бирева Д.С.

Научный руководитель: Терехов А.М., канд. экон. наук, доц.
Приволжский филиал Российского государственного университета правосудия, г. Нижний Новгород, Россия

СТАТИСТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СУДИМОСТИ В РФ ПО ВИДАМ ПРЕСТУПЛЕНИЙ

Уголовный кодекс Российской Федерации закрепляет большое количество различного рода преступлений. Их можно классифицировать по объекту и степени тяжести. В зависимости от характера и степени общественной опасности деяния Кодекс выделяет группы преступлений: преступления небольшой тяжести, преступления средней тяжести, тяжкие преступления и особо тяжкие преступления. В

основе классификации по объекту посягательства лежит указание на тот объект, которому данным преступлением был нанесён ущерб [1]. Именно объект преступления положен в основу законодательной классификации преступлений в Особенной части УК РФ. Это может быть здоровье, честь, собственность, государство и др. Составы преступлений, которые имеют один и тот же объект посягательств сгруппированы в соответствующие разделы УК РФ. Таким образом, выделяют: преступления против личности; преступления в сфере экономики; преступления против общественной безопасности и общественного порядка; преступления против государственной власти; преступления против военной службы; преступления против мира и безопасности человечества. Сама последовательность расположения в Особенной части УК РФ родовых объектов в известной степени позволяет судить о приоритетах в уголовно-правовой охране на данном этапе развития общества и о характере общественной опасности преступления. Однако нельзя говорить и о прямой зависимости [2].

Рассмотрим наиболее заметные тенденции в судимости по объекту преступного посягательства на примере каждого раздела.

Раздел «Преступления против личности» включает в себя следующие главы: против жизни и здоровья; против свободы, чести и достоинства личности; против половой неприкосновенности и половой свободы личности, преступления против конституционных прав и свобод человека и гражданина, преступления против семьи и несовершеннолетних. По данному разделу за 2017-2021 г. в среднем осуждалось 21% лиц от общего числа осуждённых. В абсолютном выражении максимальное число осуждённых за рассматриваемый период было в 2017 г., минимальное – в 2020 г.

Наибольшее количество осуждённых совершили преступления против жизни и здоровья, в среднем 72976 человек в период с 2017 по 2021 г. Число осуждённых за преступления против жизни и здоровья в России в 2017-2020 гг. снижается практически на 10% в год. По сравнению с 2017 г., в 2021 г. число осуждённых сократилось на 25915 человек или на 29 %.

Среди преступлений против жизни и здоровья по состоянию на 2021 г. лидируют следующие: угроза убийством или причинением тяжкого вреда здоровью (16309 осуждённых), умышленное причинение тяжкого вреда здоровью при отягчающих обстоятельствах (8973 осуждённых), умышленное причинение лёгкого вреда здоровью, совершенное из хулиганских побуждений (8866 осуждённых), умышленное причинение средней тяжести вреда здоровью (5 115 осуждённых), убийство (4 519 осуждённых).

Аналогичная ситуация наблюдается и в 2020 г.: угроза убийством или причинением тяжкого вреда здоровью (16732 осуждённых), умышленное причинение тяжкого вреда здоровью при отягчающих обстоятельствах (9148 осуждённых), умышленное причинение лёгкого вреда здоровью, совершенное из хулиганских побуждений (9298 осуждённых), умышленное причинение средней тяжести вреда здоровью (5350 осуждённых), убийство (4027 осуждённых).

Так же значительное число преступлений совершено против семьи и несовершеннолетних, в среднем 45 398 человек в период с 2017 по 2021 г. В целом наблюдается тенденция роста числа осуждённых за преступления против семьи и несовершеннолетних с 42 518 в 2017 г. до 48 634 в 2021 г. Однако, в 2020 г. происходит спад числа осуждённых до уровня, ниже, чем в 2017 г. В 2021 г. число осуждённых вновь растёт и достигает уровня 2018 г.

Среди преступлений против семьи и несовершеннолетних в России по состоянию на 2021 г. абсолютное лидерство у преступлений, связанных со злым уклонением от уплаты средств на содержание детей. По данной статье в 2021 г. осуждено 46 947 человек. Это примерно 96,5 % от общего числа преступлений против семьи и несовершеннолетних.

Остальные преступления раздела «Преступления против личности» совершались гораздо реже. Приведу данные за 2021: преступления против свободы, чести и достоинства личности (482 осуждённых), преступления против половой неприкосновенности и половой свободы личности (7057 осуждённых), преступления против конституционных прав и свобод человека и гражданина (4604 осуждённых).

Раздел «Преступления в сфере экономики» включает в себя следующие главы: преступления против собственности, преступления в сфере экономической деятельности, преступления против интересов службы в коммерческих и иных организациях.

Преступления в сфере экономической деятельности – это умышленно общественно опасные деяния (действия либо бездействия), которые предусмотрены в ст. 169-200.5 УК РФ и посягают на экономическую безопасность государства, на порядок распределения, производства, потребления материальных благ/услуг, обмена или причиняющие вред или создающие угрозу причинения вреда материальным интересам общества, личности и государства, который установлен законом.

По данному разделу за 2017-2021 г. в среднем осуждалось 40% лиц от общего числа осуждённых. В абсолютном выражении максимальное число осуждённых наблюдается в 2017 г., минимальное – в 2020 г.

Наибольшее число преступлений в данном разделе на 2021 г. были совершены против собственности (218396 осуждённых), далее - преступления в сфере экономической деятельности (8 199 осуждённых), наименьшее число преступлений было совершено против интересов службы в коммерческих и иных организациях (382 осуждённых).

Среди преступлений против собственности наиболее часто встречается: кража при отягчающих обстоятельствах; кража, совершенная с незаконным проникновением в жилище; из нефтепровода, нефтепродуктопровода, газопровода; в крупном размере; с банковского счета, а равно в отношении электронных денежных средств (в 2017 г. статья имела название «кража при особо отягчающих обстоятельствах»); грабёж; кража.

Все эти преступления в период с 2017 по 2021 г. имеют тенденцию к снижению, к примеру в 2017 г. за кражу при отягчающих обстоятельствах было осуждено 96 186, в 2021 г. – 60 985, что на 37 % меньше.

Похожая ситуация складывается с грабежом, по сравнению с 2017 г. в 2021 г. по данной статье осуждено 10 072, что на 26% меньше аналогичного показателя в 2017 г. Исключение составляют кражи, совершенная с незаконным проникновением в жилище; из нефтепровода, нефтепродуктопровода, газопровода; в крупном размере; с банковского счета, а равно в отношении электронных денежных средств (в 2017 г. статья имела название «кража при особо отягчающих обстоятельствах»), так в период с 2017 г. по 2021 г. количество краж возросло с 33 456 до 50 624 или на 34%. значительный прирост числа осужденных по данной статье наблюдался в 2021 г., их число выросло с 36 663 в 2020 г. до 50 624 в 2021 г. соответственно, получается, что лишь за год данный показатель увеличился на 28%.

Среди преступлений в сфере экономической деятельности на 2021 г. лидируют преступления, связанные с незаконным использованием документов для образования (создания, реорганизации) юридического лица (1 486 осуждённых).

Среди преступлений против интересов службы в коммерческих и иных организациях «наибольшие абсолютные значения имеют преступления, связанные с злоупотребление полномочиями (74 осуждённых).

Раздел «Преступления против общественной безопасности и порядка» включает в себя следующие главы: преступления против

общественной безопасности; преступления против здоровья населения и общественной нравственности; экологические преступления; преступления против безопасности движения и эксплуатации транспорта; преступления в сфере компьютерной информации.

По данному разделу за 2017-2021 г. в среднем осуждалось 29% лиц от общего числа осуждённых. В абсолютном выражении максимальное число осуждённых за рассматриваемый период было в 2017 г., минимальное – в 2019 г.

В данном разделе наиболее часто совершаются преступления против здоровья населения и общественной нравственности, а так же преступления против безопасности движения и эксплуатации транспорта.

Раздел «Преступления против государственной власти» включает в себя следующие главы УК РФ: преступления против основ конституционного строя и безопасности государства; преступления против государственной власти, интересов государственной службы и службы в органах местного самоуправления; преступления против правосудия; преступления против порядка управления.

В 2021 г. по статьям данного раздела было осуждено 54 134 человек, в 2020 г. - 51 369 человек, в 2019 г. - 58 554 человек, в 2018 г. - 65 533 человек, в 2017 г. - 66 603 человек.

В среднем по статьям раздела «Преступления против государственной власти» осуждено 59 239 человек, что составляет 10% от общего числа осуждённых.

Раздел «Преступления против военной службы» и раздел «Преступления против мира и безопасности человечества» самые малочисленные по количеству осуждённых, к примеру, по статьям раздела «Преступления против мира и безопасности человечества» в 2021 г. было осуждено 30 человека, а в 2020 г. всего 6, поэтому данные разделы мы не будем рассматривать более подробно.

Таким образом, чаще всего совершаются преступления в сфере экономики, среди них лидируют кражи при отягчающих обстоятельствах, так же кражи, совершенны с незаконным проникновением в жилище; из нефтепровода, нефтепродуктопровода, газопровода; в крупном размере; с банковского счета, а равно в отношении электронных денежных средств. На втором месте по количеству осуждённых располагаются преступления против общественной безопасности и порядка, в нем лидируют преступления, связанные с незаконным приобретением, хранением наркотических средств без цели сбыта. Третье место по количеству осуждённых у преступлений против личности, в этом разделе наибольшее число лиц

осуждены за угрозу убийством или причинение тяжкого вреда здоровью. Разделы «Преступления против военной службы» и раздел «Преступления против мира и безопасности человечества» являются самыми малочисленными по числу осуждённых.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Буньковский Д.В. Учетно-статистический подход к анализу теневой экономики // Социокультурные аспекты деятельности силовых структур : Материалы межведомственной научно-практической конференции, Иркутск, 07 декабря 2018 года. – Иркутск: Восточно-Сибирский институт Министерства внутренних дел Российской Федерации, 2018. – С. 108-110.

2. Терехов, А. М. Статистический анализ судимости по преступлениям, предусмотренным статьями 158, 158.1 ук РФ / А. М. Терехов // Государство и право в изменяющемся мире: законодательные, правоприменительные, интерпретационные технологии : материалы Всероссийской научно-практической конференции, Нижний Новгород, 31 марта 2021 года. – Нижний Новгород: Автор, 2022. – С. 431-438.

УДК 620.197.3

Брыксина В.А.¹, Курьято Н.А.², Байшева У.В.¹, Айдемирова Ф.А.¹

*¹Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина,
г. Тамбов, Россия*

*²Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники
и нефтепродуктов в сельском хозяйстве, г. Тамбов, Россия*

ИНГИБИРОВАНИЕ КОРРОЗИИ МЕТАЛЛОВ ЛЕКАРСТВЕННЫМИ ПРЕПАРАТАМИ

Использование низкоуглеродистой стали получило широкое распространение благодаря её механическим свойствам и относительно низкой стоимости. Однако, долгосрочная эксплуатация металлоконструкций из такого металла осложнена его низкой коррозионной стойкостью, особенно в кислой среде. Например, соляная кислота, используемая при травлении, устранении накипи, при кислотной очистке, обработке нефтяных скважин и т.д., при контакте с металлом, воздействуя на него, может приводить к коррозионным разрушениям. Проблема коррозии металлов, представляет большой интерес среди ученых со всего мира. Потери от коррозионных

разрушений по своим объемам сравнимы с затратами по созданию новых крупных отраслей производства. В результате коррозионных процессов безвозвратные потери металлов от коррозии составляют до 15% от ежегодного их производства. Однако, если использовать все известные доступные методы защиты, то по имеющимся экспертным оценкам, коррозионные потери можно сократить на 15–20%. Поэтому защита металлов от коррозии является одной из важнейших задач.

Коррозия представляет собой разрушение металла в результате химического или электрохимического взаимодействия с окружающей средой. Разрушение защитного слоя на металлической поверхности приводит к увеличению скорости коррозионных процессов и сопровождаются рядом реакций, изменяющих состав и свойства металлических изделий.

Применение ингибиторов коррозии является одним из наиболее экономичных и эффективных способов защиты от коррозии промышленных объектов. Механизм ингибирования основан на адсорбции ингибиторов на поверхности металла, тем самым препятствуя проникновению агрессивных веществ на металлическую поверхность. Другими словами, чем выше концентрация ингибиторов, тем меньшая площадь металлической поверхности подвергается воздействию агрессивных веществ.

Известно, что наиболее эффективными ИК являются органические соединения. Основными минусами их применения служит высокая стоимость, а также они по своей природе могут являться токсичными. Вследствие чего, возникла потребность в поиске новых нетоксичных, дешевых и эффективных ингибиторов коррозии. В данный список можно включить лекарственные препараты, которые могут выступать потенциальными ингибиторами коррозии, за счет присутствия в их структуре атомов азота, серы и т.п. [1].

Авторы [2] изучили влияние на коррозию металлических изделий сразу нескольких препаратов, в качестве агрессивных сред они использовали растворы соляной, серной, фосфорной кислот, а также раствор хлорида натрия. Было установлено, что большее количество лекарственных препаратов, по стоимости обходит органические ингибиторы, применяемые в настоящее время на различных производствах. Был сделан соответствующий вывод, что применение «свежих» фармацевтических препаратов в качестве ингибиторов, нецелесообразно, ввиду их стоимости. Следовательно, следует изучать препараты с истекшим сроком годности. Известно, что лекарства сохраняют около 90% своих первоначальных свойств даже после истечения срока их годности [3].

Основные преимущества использования лекарств с уже истекшим сроком годности заключаются, во-первых, в снижении затрат на утилизацию лекарственных препаратов, и во-вторых, уменьшения загрязнения окружающей среды активными фармацевтическими соединениями [4].

В работе [5] авторы исследовали действие препарата Аторвастатин в качестве ингибитора против коррозии низкоуглеродистой стали в 1 М растворе HCl. Результаты были основаны на следующих экспериментальных методах: гравиметрии, спектроскопии электрохимического импеданса и потенциодинамической поляризации. Для сравнения защитной эффективности также был исследован и «свежий» препарат. Данные импеданса говорят об увеличении сопротивления, которое происходит из-за адсорбирования молекул ингибитора на металлической поверхности. Потенциодинамическая поляризация указывает на то, что как просроченный, так и «свежий» Аторвастатин, действуют как ингибиторы смешанного типа, но преимущественно ведут себя как ингибиторы катодного действия. Как «свежий» препарат, так и его аналог с истекшим сроком годности показали практически одинаковые результаты во всех исследованиях, тем самым подтвердив действительность препарата Аторвастатин с истекшим сроком годности в качестве нового и эффективного ингибитора коррозии мягкой стали.

Авторы изучили ингибирующее действие трех антибактериальных препаратов, а именно пенициллина G, ампициллина и амоксициллина [6]. Адсорбция этих препаратов на металлической поверхности следовала изотерме Ленгмюра. Измерения поляризации говорят о действии препаратов как ингибиторов смешанного типа. Картик и др. [7] исследовали эффективность ингибирования препарата Атенолол. Препарат показал максимальную эффективность ингибирования в 93,8% при концентрации 300 ppm. Адсорбция препарата на поверхности мягкой стали также, как и вышеописанных случаях подчинялась изотерме Ленгмюра. Также было установлено, что данный препарат действует как ингибитор смешанного типа.

Zandi и соавт. [8] изучали ингибирующее действие препарата Розувастатин на коррозию мягкой стали в 0,1 М HCl. Основываясь на том, что препарат подчиняется механизму смешанной адсорбции, было установлено, что максимальная эффективность ингибирования при концентрации 600 ppm составляет 92%. В другой работе Гопал и др. [9], подчеркивая роль молекулярных орбиталей, утверждали, что 300 ppm препарата Ирбесартан приводит к защитной эффективности в 94% для мягкой стали в 1 М HCl. Анадебе и др. [10] также использовали

электрохимические методы для изучения защитных свойств препарата Дексаметазон. Результаты показали, что при добавлении 0,4 г/л данного ингибитора к раствору HCl физическая адсорбция его активных центров (а именно O и F) на поверхности стали приводит к увеличению эффективности ингибирования на 80%.

В работе [11] авторами было изучено ингибирующее действие препарата Омепразол с истекшим сроком годности на коррозию углеродистой стали в 1,0 Н растворах соляной и серной кислот. Концентрация Омепразола варьировалась в пределах 10-60 мг/л. Использовались методы гравиметрии, потенциодинамической поляризации, импедансной спектроскопии. Морфология поверхности образцов углеродистой стали после коррозии в отсутствие и в присутствии Омепразола была охарактеризована с помощью сканирующей электронной микроскопии. Анализ поляризационных кривых в исследованных растворах показывает, что Омепразол замедляет анодный и катодный процессы на углеродистой стали в обеих средах. Уменьшение емкости двойного электрического слоя при введении ингибитора в среду указывает на адсорбцию его компонентов на поверхности металла. Данные импедансной спектроскопии позволили определить изотерму адсорбции и рассчитать свободную энергию адсорбции Омепразола. Защитный эффект ингибитора при концентрации 40 мг/л достигает 90% в обеих средах.

В работе были рассмотрены научные статьи о возможности применения лекарственных препаратов в качестве ингибиторов коррозии металлов и сплавов. Интерес к таким ингибиторам обусловлен несколькими причинами, одна из них, это возможность использования просроченных лекарственных препаратов повторно, вместо их утилизации, что как известно является дорогостоящим процессом. Также фармацевтические препараты являются безопасной альтернативой органическим ингибиторам коррозии, которые как известно, являются наиболее эффективными при защите металлов и сплавов от коррозионных разрушений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ahamad, I. Inhibition of mild steel corrosion in acid solution by Pheniramine drug: Experimental and theoretical study / I. Ahamad, R. Prasad, M. Quraishi // Corrosion Science. – 2010. – Vol. 53. – P. 33-41.
2. Gece, G. Drugs: a review of promising novel corrosion inhibitors / Gece G. // Corrosion Science. – 2011. – Vol. 53. – P. 73-98.

3. Vaszilcsin, N. Corrosion inhibitors from expired drugs / N. Vaszilcsin, V. Ordodi, A. Borza // *International Journal of Pharmaceutics*. – 2012. – Vol. 431. – P. 41-52.
4. Sundaram, R. Surface morphological and quantum chemical studies of some expired drug molecules as potential corrosion inhibitors for mild steel in chloride medium / R. Sundaram, G. Vengatesh, M. Sundaravadivelu // *Surfaces and Interfaces*. – 2021. – Vol. 22. – P. 100-117.
5. Priyanka, S. Expired atorvastatin drug as corrosion inhibitor for mild steel in hydrochloric acid solution / S. Priyanka, D. Chauhan, K. Srivastava, V. Srivastava, M. Quraish // *International Journal of Industrial Chemistry*. – 2017. – Vol. 8. – P. 363-372.
6. Golestani, M. Electrochemical evaluation of antibacterial drugs as environment-friendly inhibitors for corrosion of carbon steel in HCl solution / M. Golestani, D. Shahidi // *Applied Surface Science*. – 2014. – Vol. 308. – P. 347-357.
7. Karthik, G. Studies on the inhibition of mild steel corrosion in hydrochloric acid solution by atenolol drug / G. Karthik, M. Sundaravadivelu // *Egyptian Journal of Petroleum*. – 2016. – Vol. 25. – Iss. 2. – P. 183-194.
8. Gholamhosseinzadeh, M.R. Rosuvastatin drug as a green and effective inhibitor for corrosion of mild steel in HCl and H₂SO₄ solutions M.R. Gholamhosseinzadeh, H. Aghaie, M.S. Zandi, M. Giahi // *Journal of Materials Research and Technology*. – 2019. – Vol. 8 (6). – P. 5314-5324.
9. Srivastava, M. Electrochemical investigation of Irbesartan drug molecules as an inhibitor of mild steel corrosion in 1 M HCl and 0.5 M H₂SO₄ solutions / M. Srivastava, P. Tiwari, S. Srivastava, R. Prakash, G. Ji // *Journal of Molecular Liquids*. – 2017. – Vol. 236. – P. 184-197.
10. Anadebe, V.C. Electrochemical-kinetics, MD-simulation and multi-input single-output (MISO) modeling using adaptive neuro-fuzzy inference system (ANFIS) prediction for dexamethasone drug as eco-friendly corrosion inhibitor for mild steel in 2 M HCl electrolyte / V.C. Anadebe, O.D. Onukwuli, F.E. Abeng, N.A. Okafor, J.O. Ezeugo, C.C. Okoye // *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*. – 2020. – Vol. 115. – P. 251-265.
11. Tsygankova, L.E. Protective efficiency of expired drug against acid corrosion of carbon steel / L.E. Tsygankova, V.A. Bryksina, A.A. Uryadnikov, A.E. Abramov // *International Journal of Corrosion and Scale Inhibition*. – 2022. – Vol. 11. – P. 564-576.

*Буданов М.Я.,¹ Дряпак А.Н.,¹ Алешукина А.В.²
Научный руководитель: Буров О.Н.,¹ канд. хим. наук, доц.*

*¹Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Россия
²Ростовский научно-исследовательский институт микробиологии
и паразитологии» Роспотребнадзора, г. Ростов-на-Дону, Россия*

ПОЛУЧЕНИЕ 12-ЗАМЕЩЕННЫХ АЗАБЕРБЕРРУБИНОВ

Несмотря на бурное развитие синтетической химии, в настоящее время значительная часть исследуемых препаратов — это производные веществ природного происхождения. Данное связано с достаточно быстрой резистентностью веществ синтетического характера, по сравнению с лекарственными препаратами на растительной основе. В нашей работе речь пойдёт об алкалоиде изохинолинового ряда - берберине, который на данный момент широко изучается группами исследователей в области биоорганической химии во многих странах мира.

Берберин - достаточно распространенный алкалоид семейства протобербериновых. Представителей данного семейства возможно встретить в корневых системах таких растений как рутовые, лютиковые, маковые и барбарисовые [1]. Будучи неоднократно исследован на наличие способности проявлять биологическую активность, было выявлено, что он обладает антибактериальной, антигипертензивной, противораковой, антидепрессантной, противовоспалительной, противовирусной, гиполипидемической, гепатопротекторной, антидиабетической активностями. Позднее было обнаружена его эффективность в профилактике лечения диабета второго типа, ожирения, поражений сердечной мышцы и болезни Альцгеймера [2]. Также нельзя не отметить, что берберин имеет высокое сродство к клеточным мембранам бактерий и мембранам митохондрий, благодаря чему его часто используют в качестве липофильного катиона в структурах типа ионов Скулачева [3].

Однако, несмотря на многообещающее многообразие всех свойств, берберин имеет низкую биодоступность при приёме перорально (менее 10 %) [4].

Некоторые ароматические амины в свою очередь способны также проявлять биологическую активность, как и берберин. Примером известных аминокислотных продуктов можно указать – новокаин, анестезин и актипол. Данные препараты обладают противовирусной,

иммуномодулирующей и анестезирующей активностью. Следовательно, входя в состав молекулы берберина, фрагменты аминов можно попытаться дополнять интегральную активность гибридной системы, и добиться синергетической активности.

Целью работы является изучение взаимодействия берберина с катионными электрофилами на примере солей диазония. Поставленными задачами стали активация берберинового остова путем гидролиза 9-метоксигруппы до 9-гидроксипроизводного; разработка нового метода модификации полученного берберрубина с применением электрофильных реагентов – солей диазония; определение зависимости структура-свойство с целью установления соединений – лидеров для дальнейшей оценки их биологических свойств.

Напрямую берберин с ароматическими аминами способен взаимодействовать либо с образованием малоустойчивых 8-производных берберина в щелочной среде, либо с образованием берберрубина при длительном нагревании. Для того, чтобы получить максимально устойчивые производные, содержащие аминоподобный фрагмент нам необходимо провести вначале активацию берберина, переведя его в берберрубин, заменив тем самым метоксигруппу в положении С-9 на гидроксильную группу путем гидролиза берберина с, например с ДМФА [5]. Реакции азосочетания солей диазония с фенолами является классическим методом получения стабильных азосоединений, в которых линкерная азогруппа дополнительно стабилизирует образующиеся вещество. Нами установлено, что в берберрубине, как и в фенолах, возможна реакция азосочетания (рис 1).

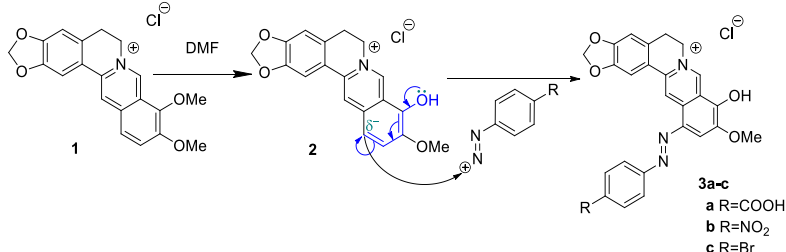


Рис. 1 Реакция азосочетания

В результате данной работы нами были получены азапродукты красного цвета. Также важно отметить, что в водных растворах с разным значением pH происходит резкое изменение растворимости полученных соединений. Так, в кислых средах растворимость падает, а в слабощелочных средах происходит увеличение растворимости. Все

полученные структуры были подтверждены методами ^1H и ^{13}C ЯМР спектроскопии.

Все синтезированные соединения были подвергнуты первичному скринингу в качестве потенциальных антимикробных средств диско-диффузионным методом на культурах *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Pseudomonas putida*, *Stenotrophomonas maltophilia*, *Acinetobacter lwoffii*, *Candida albicans* и *Candida krusei*. Культуры были получены из рабочего музея лаборатории вирусологии, микробиологии и молекулярно-биологических методов исследования Федерального бюджетного учреждения науки «Ростовский научно-исследовательский институт микробиологии и паразитологии» Роспотребнадзора. Для всех культур, кроме *A. lwoffii* минимальные ингибирующие концентрации производных 3а-с оказались сопоставимы или ниже, чем для исходного берберина. Для культуры мультрезистивного *A. Lwoffii* производные 3а-с показали активность в 10 раз выше, чем исходный берберин. Так, при концентрациях 0,01 мг/л зоны подавления составляли 8-13 мм.

Таким образом, нами показано, что перевод берберина в берберрубин приводит к изменению полярности системы, делая возможным взаимодействие с такими катионными электрофилами, как соли диазония. Полученные азоберберрубины 3 показали антимикробную активность по отношению к мультрезистивной культуре *A. Lwoffii*, что делает их перспективными системами для дальнейшего исследования в качестве антибиотиков.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Imanshahidi, M. et al. Pharmacological and therapeutic effects of *Berberis vulgaris* and its active constituent, berberine // *Phytother Res.* – 2008. – Vol. 22. – №. 8. – С. 999-1012.
2. Нечепуренко И.В. et al. Берберин: химия и биологическая активность // *Химия в интересах устойчивого развития.* – 2010. – Т. 18. – С. 1-23.
3. Pustovidko A. V. et al. Derivatives of the cationic plant alkaloids berberine and palmatine amplify protonophorous activity of fatty acids in model membranes and mitochondria // *Mitochondrion.* – 2013. – Т. 13. – №. 5. – С. 520-525.
4. Chen W. et al. Bioavailability study of berberine and the enhancing effects of TPGS on intestinal absorption in rats // *Aaps Pharmscitech.* – 2011. – Т. 12. – С. 705-711.

5. Burov O. N. et al. Experimental and quantum-chemical study of nucleophilic substitution mechanism in berberine // Chemistry of Heterocyclic Compounds. – 2015. – Т. 51. – С. 997-1007.

УДК 621.9.048.6:622.765.061

Буров В.Е.

Научный руководитель: Пойлов В.З., д-р техн. наук, проф.

*Пермский национальный исследовательский политехнический университет,
г. Пермь, Россия*

ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОБРАБОТКИ НА КОЛЛОИДНО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ФЛОТАЦИОННЫХ РЕАГЕНТОВ СОСТАВА «СОБИРАТЕЛЬ-ВСПЕНИВАТЕЛЬ»

На сегодняшний день флотационные методы обогащения являются наиболее универсальными в переработке многих типов полезных ископаемых, в том числе водорастворимых солей, например, таких как сильвинит [1]. Ключевым моментом флотационного обогащения сильвинитовых руд является применение реагентов разных типов (собиратели, вспениватели, активаторы и депрессоры), которые используются для повышения эффективности процесса разделения. Наиболее эффективными реагентами-собирателями для флотации сильвинитовых руд являются катионоактивные соли высших алифатических длинноцепочечных аминов [2].

Реагенты-собиратели высших алифатических аминов отличаются к склонностью к мицеллообразованию, зависят от коллоидного состояния (дисперсности), которое определяет количество флотоактивных ионов в растворе и равномерность покрытия ими поверхности сильвина [3]. В связи с чем, эффективность гидрофобизации и, как следствие, результат флотации существенно зависят от поверхностной активности и агрегатного состояния амина в растворе.

Важно отметить, что флотация калийных солей происходит в насыщенных солевых растворах, в которых происходит интенсивное мицеллообразование, агрегация и высаливание реагентов-собирателей, что ведёт к снижению флотоактивности реагентов, их нерациональному использованию и повышению расхода дорогостоящих собирателей. Поэтому для интенсификации флотационного процесса обогащения калийных солей важны исследования и разработка методов уменьшения мицеллообразования, агрегации и высаливания солей аминов в солевых

растворах с целью повышения их адсорбционной и флотационной активности.

Существуют различные методы для изменения дисперсности мицелл амина: повышение температуры исходного раствора реагента-собирателя, добавление в водный раствор амина различных органических добавок, например, низших спиртов или гликолевых эфиров; механическое диспергирование и др. [3].

Перспективным способом изменения коллоидно-химических свойств аминового собирателя является ультразвуковая (далее – УЗ) обработка исходного водного раствора реагента, которая одновременно способна диспергировать мицеллы амина, а также повысить температуру раствора [4-5]. Кроме того, УЗ-обработка считается малоэнергоёмкой и безопасной технологией [6]. Также УЗ-обработку можно проводить как чистого раствора амина, так и с добавлением различных вспенивателей и активаторов, что может приводить к дополнительному гидрофобизирующему эффекту, а также к снижению расхода реагентов [7].

Цель статьи – оценить влияние ультразвуковой обработки на коллоидно-химические свойства флотационных реагентов состава «собирающий-вспениватель», применяемых при сильвиновой флотации.

Для изучения влияния УЗ-обработки на коллоидное состояние флотационных реагентов использовали различные флотационные эмульсии: 1 – раствор солянокислого амина (далее – СКА); 2 – эмульсию раствора солянокислого амина с добавлением полиэтиленгликоля 200М (далее – СКА-ПЭГ); 3 – эмульсию раствора солянокислого амина с добавлением триэтиленгликоля (далее – СКА-ТЭГ); 4 – эмульсию солянокислого амина с добавлением гликолевого эфира состава 2,2,4-триметил-пентадиол-1,3-моноизо бутират (далее – СКА-ГЭ).

УЗ-обработку композиций флотационных реагентов различного состава проводили с помощью лабораторной ультразвуковой установки, представленной на рис. 1.

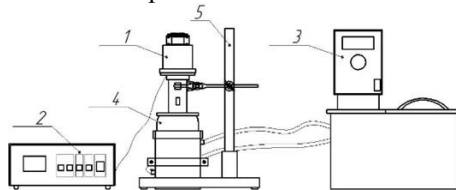


Рис. 1 Схематичное изображение лабораторной установки для УЗ-обработки композиций флотационных реагентов:

- 1 – излучательный элемент; 2 – ультразвуковой генератор; 3 – термостат; 4 – реактор с рубашкой; 5 – штатив

Установка имеет номинальную рабочую частоту $22 \pm 1,65$ кГц. Электронный генератор с таймером и регулятором мощности (40-100 %). При ультразвуковом воздействии 100 % мощности полная потребляемая мощность составляет примерно 1600 В·А, активная потребляемая мощность 650 Вт, при этом в среду вводится акустическая мощность 420 Вт.

Для оценки влияния УЗ-обработки на коллоидно-химические свойства композиций флотационных реагентов различного состава были исследованы размер мицелл амина (с помощью системы регистрации наночастиц «Zetasizer Nano ZS» Malvern Panalytical) и изменения коллоидного состояния водных растворов флотационных реагентов различного состава во времени при комнатной температуре (измерения проводили с помощью колориметра фотоэлектрического концентрационного КФК-2). На рис. 2 и 3 представлены результаты этих исследований.

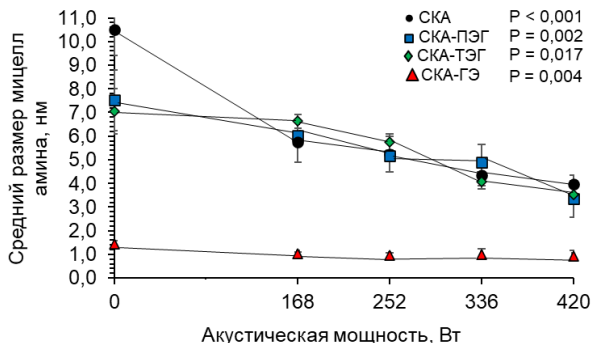


Рис. 2 Влияние УЗ-обработки композиций флотационных реагентов различного состава на размер мицелл амина (длительность обработки – 150 с)

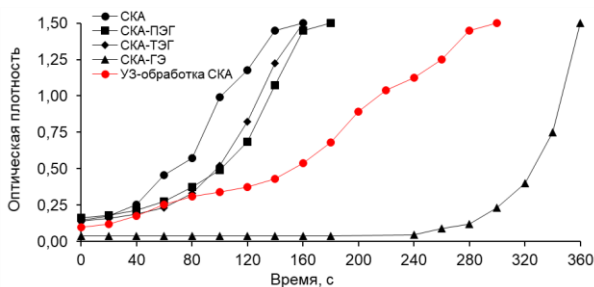


Рис. 3 Влияние различных вспенивателей и УЗ-обработки на коллоидное состояние раствора солянокислого амина

Как видно из рис. 2, использование УЗ-обработки с различными мощностями существенно снижает размер мицелл амина как с добавлением вспенивателей, так и без них. Причём УЗ-обработка СКА без вспенивателей позволяет снизить размер мицелл до тех же значений, что и с одновременным использованием УЗ-обработки и добавлением реагентов-пенообразователей (в случае с ПЭГ и ТЭГ). При УЗ-обработки флотационных реагентов состава СКА-ГЭ наблюдается незначительное снижение размера мицелл амина. Это связано с тем, что, во-первых, гликолевый эфир сам по себе существенно диспергирует мицеллы амина, во-вторых, чувствительность прибора не фиксирует размер частиц ниже 0,6 нм.

На рис. 3 представлены кривые изменения коллоидного состояния раствора солянокислого амина во времени при комнатной температуре с добавлением вспенивателей и предварительной УЗ-обработкой СКА. В случае с чистым солянокислым амином (и без УЗ-обработки) и раствором солянокислого амина с добавлением ПЭГ или ТЭГ (кривые СКА, СКА-ПЭГ и СКА-ТЭГ) происходит быстрое агрегирование и мицеллообразование амина – растворы становятся полностью мутными уже к 140 с. При использовании гликолевого эфира (кривая СКА-ГЭ) скорость агрегирования существенно снижается, и раствор солянокислого амина с добавлением данного вспенивателя начинает мутнеть только на 260 с. Использование УЗ-обработки чистого солянокислого амина (кривая УЗ-обработка СКА) также позволяет значительно снизить скорость агрегирования, при этом раствор мутнеет во времени линейно.

Использованные в данном исследовании вспенивающие добавки благодаря солубилизации влияют на дисперсное состояние, размеры и форму мицелл амина. Под влиянием солубилизированных веществ может происходить диспергация мицелл амина, которое объясняется тем, что молекулы вспенивателей образуют смешанные мицеллы, уменьшают заряд на их поверхности и увеличивают энтропию смешения вследствие проникновения молекул вспенивателя во внутрь ориентированной структуры мицелл амина [3]. Всё это позволяет снизить скорость агрегирования и мицеллообразования. В случае с УЗ-обработкой солянокислого амина также идёт процесс пептизации крупных мицелл, кроме того, увеличивается температура исходного раствора флотационного реагента, что также приводит к снижению скорости агрегирования и мицеллообразования.

Таким образом, с помощью акустического метода можно изменить коллоидно-химические свойства солянокислого амина. Однако УЗ-обработка не может заменить использование реагентов-вспенивателей,

так как в сравнении, например, с гликолевым эфиром эффективность УЗ-воздействия будет ниже. Тем не менее, УЗ-обработка флотационных реагентов может служить дополнительным эффектом для уменьшения мицеллообразования, агрегации и высаливания солей аминов в солевых растворах с целью повышения их адсорбционной и флотационной активности, а также может применяться для снижения расхода дорогостоящих реагентов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Абрамов А.А. Пути развития теории обогатительных процессов и создания инновационных технологий комплексного использования сырья / А.А. Абрамов // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – 2012. – № 1. – С. 165-178.

2. Bulatovic, S. M. Handbook of flotation reagents: chemistry, theory and practice: flotation of sulfide ores / S. M. Bulatovic. – Amsterdam : Elsevier, 2007. – 446 p.

3. Физикохимия селективной флотации калийных солей / Х. М. Александрович [и др.]. – Минск: Наука и техника, 1983. – 272 с.

4. Poilov V.Z. Sonochemical activation of amine hydrochloric acid solution used as a collector in sylvinitic ore flotation / V.Z. Poilov, V.E. Burov, A.N. Gallyamov, O.A. Fedotova // Obogashchenie Rud. – 2021. – № 5. – P. 15–26. DOI: 10.17580/or.2021.05.04.

5. Burov V.E. Effect of ultrasound on reagent compositions foaming properties used in mineral flotation / V.E. Burov, V.Z. Poilov, M.M. Sazhina, Z. Huang // Chemchemtech. – 2022. – № 9. DOI: 10.6060/ivkkt.20226509.6624

6. Федюшко Ю.М. Экологический характер энергии ультразвуковых волн технологических процессов / Ю.М. Федюшко, М.П. Федюшко // Вестник Аграрной Науки Дона. – 2013. – № 4 (24). – С. 34-39.

7. Chen Y. A review of effects and applications of ultrasound in mineral flotation / Y. Chen, N.T. Truong, X. Bu, G. Xie // Ultrasonics Sonochemistry. – 2020. – Vol. 60. – P. 104739. DOI: 10.1016/j.ultsonch.2019.104739.

Быковский Н.В.

*Научный руководитель: Выборнов В.Ф., канд. техн. наук, доц.
Южно-Российский государственный политехнический университет
(НПИ) имени М.И. Платова, г. Новочеркасск, Россия*

ИССЛЕДОВАНИЕ P-N ПЕРЕХОДА, ПОЛУЧЕННОГО МЕТОДОМ ЗОННОЙ ПЕРЕКРИСТАЛЛИЗАЦИИ ГРАДИЕНТОМ ТЕМПЕРАТУРЫ

Метод зонной перекристаллизации градиентом температуры (ЗПГТ), также известный как метод термомиграции жидких зон [1], представляет собой перспективный подход для формирования *p-n* переходов в монокристаллах полупроводников. Тем не менее, свойства *p-n* переходов, созданных с использованием этого метода легирования, до сих пор изучены недостаточно тщательно.

Конфигурация перехода в диодах оказывает значительное влияние на свойства и характеристики устройств. Такие *p-n* переходы могут быть применены в различных областях и используются в разнообразных устройствах, таких как стабилитроны, фотоэлектрические преобразователи и т. д.

В данной статье изучаются результаты исследований, проведенных на кремнии *n*-типа с удельным сопротивлением $\rho = 0,006$ Ом·см [2]. Образцы кремния представляют собой прямоугольные параллелепипеды размерами 8x6x1 мм³. Большие грани этих образцов ориентированы перпендикулярно кристаллографической плоскости (111). В качестве металлической зоны была использована алюминиевая проволока диаметром 0,13 мм.

На поверхности больших граней образцов были сделаны пазы для размещения алюминиевой проволоки. Затем образцы с прорезанными пазами подвергались химической обработке в стандартных кислотных травителях. После этого алюминиевая проволока закладывалась в пазы, и образцы размещались в вакуумной градиентной печи, где осуществлялась зонная перекристаллизацией градиентом температур.

После процесса ЗПГТ, легированная область, оставшаяся после прохода жидкой зоны, представляет собой *p*-кремний. *P-n* переходы формировались на границе между исходным *n*-кремнием и перекристаллизованной областью (*p*-кремния).

Исследуемые структуры были размещены на пластине, на которую сверху устанавливался второй контакт. Зонд с определенными параметрами применялся для контактирования площадок анода и

катода. Полученные результаты измерений обрабатывались статистически, после чего для дальнейшего анализа использовались средние значения.

Определим барьерную емкость (1) для метода термомиграции, поскольку этот параметр является важным и одним из ключевых показателей получаемых $p-n$ переходов. Барьерная ёмкость $C_{бар}$ существенно зависит от обратного напряжения. Зависимость $C_{бар}$ от обратного напряжения описывается следующим выражением [3, 4]:

$$C_{бар} = \frac{C_0}{\left(1 + \frac{U_{обратн}}{V_{конт}}\right)^\gamma}, \quad (1)$$

где C - ёмкость при заданном обратном напряжении; $U_{обратн}$ - приложенное обратное напряжение; γ - наклон кривой (изменяется от 1/3 до 2); C_0 – максимальное значение барьерной емкости; $V_{конт}$ – контактная разность потенциалов, равная 0,75 В для кремния. Тип $p-n$ перехода определим по значению параметра γ . Для его определения был применен метод наименьших квадратов. В результате было получено следующее эмпирическое уравнение (2):

$$C_{бар} = \frac{260,96}{\left(1 + \frac{U_{обратн}}{0,75}\right)^{0,1934}}, \quad (2)$$

Запишем полученные результаты в таблицу:

Таблица – Результаты исследования

C_0 , пФ	γ
$260,96 \pm 1,48$	$0,1934 \pm 0,0039$

Резкие, линейные и гиперрезкие (сверхрезкие) переходы представляют собой различные формы аппроксимации $p-n$ переходов, которые определяют электрические процессы в $p-n$ переходах и служат основой для работы полупроводниковых приборов. Известно, что для резкого перехода значение параметра γ равно 0,5, хотя более точным значением является 0,47. Для сверхрезких переходов значение γ больше 0,5, а для линейных переходов меньше 0,5 [4].

Согласно полученным данным, значение γ составляет 0,1934, что меньше 1/2 и близко к 1/3. Хотя точное значение 1/3 не было достигнуто, значение $\approx 0,2$ достаточно близко к пороговому значению 1/3, которое определяет линейный переход. Таким образом, можно заключить, что

p - n переход, полученный методом ЗПГТ, является линейным переходом.

Вольтемкостная характеристика (Рис. 1) подтверждает это предположение, показывая, что такие p - n переходы не являются резкими и гиперрезкими [3, 4].

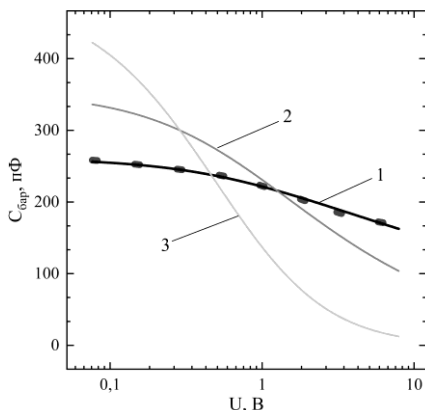


Рис. 1 Зависимость барьерной емкости от напряжения.

Представлены экспериментальные точки и результаты расчёта с использованием уравнения (2) для линейного перехода под номером 1. Для сравнения также показаны характеристики резкого перехода под номером 2 и сверхрезкого (гиперрезкого) перехода с $\gamma = 3/2$ под номером 3.

Таким образом, можно заключить, что p - n переход, получаемый методом легирования ЗПГТ, может быть описан как линейный переход, который с достаточной точностью отражает его свойства.

Следует отметить, что использование данного метода легирования обеспечивает повышенную надежность при воздействии вибраций и ускорений благодаря отсутствию металлических включений в кристалле.

Полученные методом ЗПГТ линейные p - n переходы на низкоомном кремнии могут найти применение в различных областях, таких как микроэлектроника, оптоэлектроника и радиоэлектроника, благодаря их специфическим электрическим характеристикам и повышенной надежности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лозовский, В. Н. Зонная перекристаллизация градиентом температуры полупроводниковых материалов / В. Н. Лозовский, Л. С.

Лунин, В. П. Попов. – М.: Металлургия, 1987. – 232 с.

2. Seredin, B. M. Effects of P+-Layer Emitter Profile of Power Diode Structure on Forward Voltage / B. M. Seredin, N. V. Bykovsky, A. N. Zaichenko // International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM). IEEE. — 2020. — С. 1-6.

3. Берман, Л. С. Нелинейная полупроводниковая емкость / Л. С. Берман. – М.: Физматгиз, 1963. – 88 с.

4. Gupta, K. M. Different Types of Diodes, Ideal and Real Diodes, Switching Diodes, Abrupt and Graded Junctions / K. M. Gupta, N Gupta // Engineering Materials. — 2015. — С. 235–259.

УДК 004.057.4

Виноградов С.Э.

Научный руководитель: Федотов Е.А., ст. преп.

*Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

СЕТЕВОЙ ПРОТОКОЛ TLS

TLS (Transport Layer Security) — криптографический протокол защиты транспортного уровня, обеспечивающий защищённую передачу данных между узлами в сети Интернет.

Данный протокол обеспечивает следующие свойства [1]:

- Аутентификация: может происходить с помощью асимметричной криптографии (например, RSA), алгоритма цифровой подписи на основе эллиптических кривых (ECDSA) или с помощью симметричного общего ключа (PSK).

- Конфиденциальность: данные, передаваемые по каналу, после установления соединения видны только конечным узлам. TLS не скрывает длину данных, которые он передает, однако конечные узлы могут дополнять TLS записи, чтобы скрыть длину и улучшить защиту.

- Целостность: данные, отправленные по каналу связи, после установления соединения, не могут быть изменены злоумышленниками без обнаружения.

TLS, как и его предшественник SSL, используют асимметричное шифрование для аутентификации, симметричное шифрование для конфиденциальности и коды аутентичности сообщений для сохранения целостности сообщений.

TLS состоит из двух основных уровней:

- Протокол квитирования (рукопожатия), который аутентифицирует взаимодействующие стороны, согласовывает

криптографические режимы и параметры, а также устанавливает общий ключевой материал. Протокол рукопожатия предназначен для защиты от несанкционированного доступа.

- Протокол записи, который использует параметры, установленные протоколом квитирования, для защиты трафика между взаимодействующими одноранговыми узлами. Протокол записи делит трафик на серию записей, каждая из которых защищена независимо с помощью ключей трафика.

Протокол TLS был основан на протоколе SSL (Secure Sockets Layer), который был изначально разработан в Netscape в целях повышения безопасности электронной коммерции в Интернете. Первая выпущенная версия протокола имела название SSL 2.0, однако ее весьма быстро заменили на SSL 3.0 в связи с обнаруженными уязвимостями. В январе 1999 года IETF (Internet Engineering Task Force) открыто стандартизирует SSL под именем TLS 1.0 [2]. С тех пор данный протокол прошел немалое количество изменений и улучшений.

В апреле 2006 года была выпущена версия TLS 1.1, расширяющая изначальные возможности протокола, а также исправляющая известные уязвимости. Помимо этого, среди изменений можно выделить то, что неявный вектор инициализации (IV) заменяется явным вектором IV для защиты от атак с цепочкой блоков шифрования (CBC), а также то, что преждевременное закрытие больше не приводит к невозможности возобновления сеанса.

В августе 2008 года опубликовали версию TLS 1.2, которая стала работать быстрее, чем TLS 1.1, благодаря нескольким улучшениям в протоколе. TLS 1.2 уменьшает количество циклов обмена, необходимых в процессе рукопожатия, что снижает задержку и повышает производительность. Кроме того, в TLS 1.2 используются более эффективные наборы шифров, что также способствует повышению производительности [3].

Актуальной версией протокола на данный момент является TLS 1.3, выпущенная в августе 2018 года, в которой был обновлен список поддерживаемых алгоритмов симметричного шифрования, удалены все алгоритмы, которые стали считаться устаревшими, а также были сделаны другие криптографические улучшения.

Рассмотрим процесс отправки данных с помощью TLS с одного компьютера на другой. Назовем отправляющий компьютер клиентом, а принимающий компьютер сервером:

1. TCP-рукопожатие: так как TLS построен поверх TCP/IP [4], клиент должен сначала выполнить трехстороннее «рукопожатие» TCP с сервером.

2. Инициация TLS: клиент отправляет сообщение с описанием версии протокола TLS и методов шифрования, которые будут использоваться.

3. Подтверждение сервером протокола: если сервер поддерживает запрошенную версию протокола TLS, он ответит подтверждением и цифровым сертификатом, содержащим его открытый ключ, иначе сервер прервет соединение.

4. Проверка цифрового сертификата: в случае успешной проверки, клиент переходит к следующему шагу, иначе прерывает соединение с сервером.

5. Генерация общего ключа: клиент начинает процесс шифрования, отправляя сообщение на сервер с предварительным мастер-ключом, зашифрованным с помощью открытого ключа сервера, после чего клиент вычисляет общий ключ на основе этого предварительного главного ключа и локально запоминает общий ключ. В конце клиент отправляет сообщение готовности, содержимое которого уже зашифровано с помощью общего ключа.

6. Подтверждение общего ключа сервером: сервер вычисляет общий ключ на основе предварительного главного ключа и с помощью него пытается расшифровать сообщение готовности. Если это не удастся, он прерывает соединение.

7. Отправка данных: теперь клиент может безопасно отправить данные на сервер, используя симметричное шифрование и общий ключ.

Несмотря на конфиденциальность связи, в TLS есть несколько недостатков, которые в конечном итоге приводят к нарушениям. Точно так же есть несколько причин, по которым следует использовать TLS. Рассмотрим преимущества и недостатки данного протокола.

Преимущества протокола TLS:

1. Целостность данных: протокол гарантирует, что никакие передаваемые данные не будут утеряны в процессе их передачи.

2. Доверие: когда пользователи замечают зеленую отметку в виде замка в адресной строке, что говорит о том, что сайт защищен TLS, они могут быть уверены в безопасности своих транзакций и прочих действий [5].

3. Безопасность: TLS считается безопасным решением для передачи информации в Интернете, так как использует методы, гарантирующие то, что данные не могут быть подделаны во время их передачи.

4. Детальный контроль: TLS предоставляет более продвинутую и реагирующую систему оповещения. Всякий раз, когда возникают проблемы во время сеанса, пользователи немедленно получают

предупреждение.

Недостатки протокола TLS:

1. Высокая задержка: в сравнении с большинством других безопасных методов шифрования, TLS создает более высокую задержку. Другими словами, при использовании TLS, к трафику сайта прибавляется дополнительная задержка.

2. MiM-атаки: атака «человек посередине» (Man-in-the-Middle) – это тип кибератаки, в которой перехват данных осуществляется с помощью внедрения в существующее подключение или сеанс связи. Хотя TLS и считается безопасным, некоторые версии этого протокола по-прежнему уязвимы для такого типа атак.

3. Поддержка платформ: даже несмотря на то, что последние версии TLS поддерживаются на многих платформах, некоторые версии, например, TLS 1.3, могут поддерживать не все.

4. Стоимость реализации: Внедрение сертификата TLS не бесплатно, и несет за собой некоторые затраты. Однако, в связи с конкуренцией в отрасли TLS, стоимость сертификата на использование данного протокола значительно снизилась. Стоит отметить, что сумма, которую необходимо заплатить, будет зависеть от количества доменов и поддоменов.

5. Сложность сетевой архитектуры: еще один серьезный недостаток протокола TLS. Топология сети также может автоматически усложниться, что приведет к большому количеству аварийных переключений. Для того, чтобы перекрывать данную проблему, придется нанимать подходящего сетевого эксперта.

Таким образом, TLS является протоколом безопасности, который обеспечивает конфиденциальность и целостность данных для интернет-коммуникаций. Внедрение TLS – это стандартная практика создания безопасной передачи данных. Несмотря на рассмотренный выше недостаток данного протокола в виде задержек, последние версии TLS практически не влияют на производительность веб-приложений. Немалое количество обновлений, повлекшие за собой много улучшений и модернизаций, помогли сделать TLS очень быстрым протоколом, который на сегодняшний день почти не влияет на время загрузки. Говоря о вычислительных затратах, связанных с использованием TLS, можно сказать, что по сегодняшним стандартам они являются незначительными, из-за чего ими можно пренебречь.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Документация TLS 1.3 на сайте IETF [Электронный ресурс],

URL: <https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc8446#section-1.2> (дата обращения: 18.04.23)

2. Илья Григорик. High Performance Browser Networking/ Илья Григорик – Wiley, 2013 – 200 с.

3. Документация TLS 1.2 на сайте IETF [Электронный ресурс], URL: <https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc5246#section-1.2> (дата обращения: 18.04.23)

4. Федотов Е.А., Ряшенцев Е.М., Выродов М.А. Использование асинхронных сокетов для передачи информации в протоколе TCP/IP// Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. С. 3621-3625

5. Информация о TLS на сайте Cloudflare [Электронный ресурс], URL: <https://www.cloudflare.com/learning/ssl/transport-layer-security-tls/> (дата обращения: 20.04.23)

УДК 533.69

Вихарева Ж.А.

Научный руководитель: Еприцев М.А., асс.

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, г. Санкт-Петербург, Россия

ИССЛЕДОВАНИЕ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВО ВРЕМЯ ПОЛЁТА CANSAT С СИСТЕМОЙ УПРАВЛЯЕМОГО СПУСКА

CanSat – это модель реального спутника, помещённого в объём алюминиевой банки 0,5 л. В нём должны уместиться основные подсистемы спутника: системы энергопитания и связи, а также необходимые датчики.

Микроспутник запускается на высоту нескольких сотен метров за счёт специальной ракеты и позже отсоединяется от неё. Именно после этого начинается научная миссия: провести необходимые эксперименты и безопасно приземлиться.

Главная задача участников, конечно же, заключается в том, чтобы необходимая полезная нагрузка укладывалась в заданный объём. При этом CanSat должен выполнять непрерывное измерение параметров окружающей его воздушной среды. Однако, помимо этой задачи, участники могут расширить свои научные миссии по собственному усмотрению.

В данной статье рассмотрен макет учебного малого летательного аппарата формата CanSat с системой управляемого спуска. После того,

как микроспутник покидает пределы ракеты, раздвигаются четыре аэродинамических руля, при помощи которых корректируется траектория спуска. За несколько десятков метров до земли, выпускается парашют для безопасного приземления.

Для исследования использовать в САПР SolidWorks Flow Simulation. Данное дополнение позволяет моделировать течения жидкостей и газов, управлять расчётной сеткой, использовать типовые физические модели жидкостей и газов, комплексный тепловой расчёт, рассматривать газо- и гидродинамические, а также тепловые модели технических устройств, нестационарный и нестационарный анализ, расчёт вращающихся объектов [1].

Сначала в программе САПР SolidWorks была спроектирована 3D модель учебного микроспутника. Далее работа проводится в дополнении SolidWorks Flow Simulation. Для CanSata главная продольная ось является в рассмотренном случае осью OY.

Рассмотрено три случая положения аэродинамических рулей. Общими для всех были следующие параметры:

- Гравитация стандартная 9.81 м/с^2 по оси OY;
- Идеально гладкая поверхность, шероховатостей нет;
- Начальная скорость потока по OY равна 5 м/с ;
- Рассматривались как ламинарный, так и турбулентный потоки со стандартными значениями самой программы. За рассматриваемый газ взят воздух (air);
- Расчёт произведён на 1000 итераций.

Первый случай – микроспутник находится в закрытом состоянии, аэродинамические рули находятся внутри корпуса.

Сначала рассмотри распределение давления по корпусу (Рис.1а). Видно, что наибольшее давление испытывает центральная область обтекателя корпуса. Поскольку обтекатель является половиной сферы, то к его концу (середине сферы) давление ослабевает. Далее видно, что по основному корпусу после обтекателя давление постепенно немного повышается, а потом снова ослабевает.

Максимальное давление примерно $101342,63 \text{ Па}$, минимальное- $10314,8 \text{ Па}$.

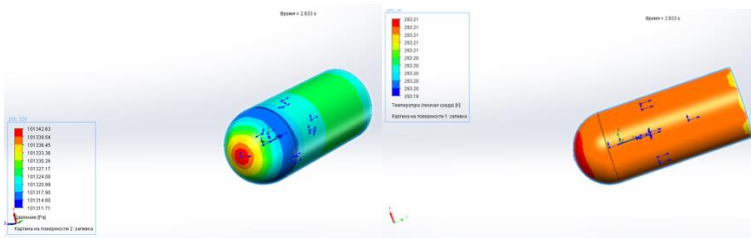


Рис. 1 Распределение на поверхности корпуса микроспутника в первом случае параметров: а) давления; б) температуры

Можно увидеть распределение температуры на поверхности CanSata (Рис.1б). Как и в случае с давлением, наибольшая температура наблюдается в центральной части обтекателя. После она почти равномерно распределена по всему корпусу.

При помощи анимации, скриншот которой (Рис.2) можно наблюдать, как изменяется направление и скорость потока ветра. С приближением потока к обтекателю, скорость замедляется ближе к центральной части, а в крайней области наоборот увеличивается. За микроспутником не остаётся завихрений, поскольку на корпусе срыва потока не наблюдается. Скорость потока замедляется прямо за ним.

Максимальная скорость потока составляет 5,915 м/с, а минимальная 2,957 м/с.

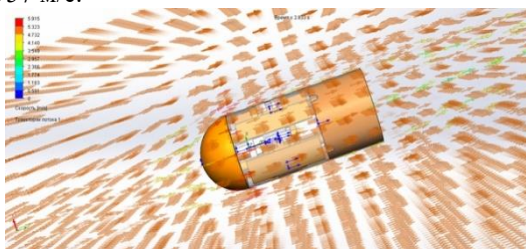


Рис. 2 Изменение направления и скорости потока в первом случае

Второй случай – Крылья CanSata находятся в рабочем состоянии, задавая угловой момент для изменения области приземления.

Как и в первом случае, наибольшее давление претерпевает центральная часть обтекателя, с последующим ослаблением (Рис.3а). Однако, можно заметить области увеличения давления рядом с местами крепления рулей. Теперь рассмотрим аэродинамические рули. Наименьшее давление ближе к обтекателю, а далее оно немного увеличивается и остаётся постоянным. Максимальное давление примерно 101342,63 Па, минимальное- 10318,81 Па.

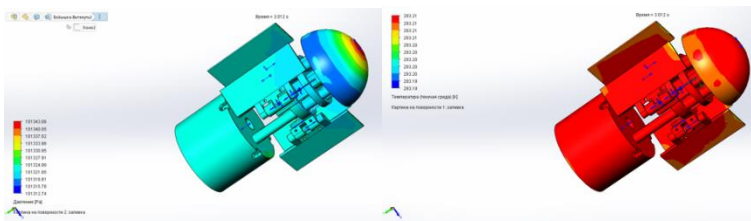


Рис.3 Распределение на поверхности корпуса микроспутника во втором случае параметров: а) давления; б) температуры

Почти на всей поверхности примерно одна температура, но есть несколько областей с более низкой (Рис.3б). Эти области расположены на конце обтекателя и на крайних частях аэродинамических рулей.

Теперь благодаря отклонённым рулям создаётся более низкая скорость потока ближе к центру микроспутника (Рис.4). Однако, с краёв рулей сходит большая, относительно начального, скорость потока. Завихрений снова не наблюдается. Максимальная скорость, которая достигается потоком, составляет 5,775 м/с, в то время как минимальная - 2,310 м/с.

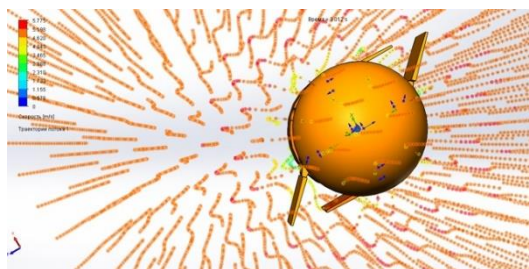


Рис.4 Изменение направления и скорости потока во втором случае

Третий случай – Два крыла CanSata находятся в рабочем положении, а два – сложены.

Аналогично предыдущим случаям, центральная часть обтекателя с более высоким давлением. Также явно заметны на нём области с более низким давлением рядом с рулями (Рис.5а).

На аэродинамических рулях давление почти равномерно распределено. На части рядом с обтекателем есть зоны с более низким давлением. Максимальное давление примерно 101342,63 Па, минимальное – 10315,8 Па.

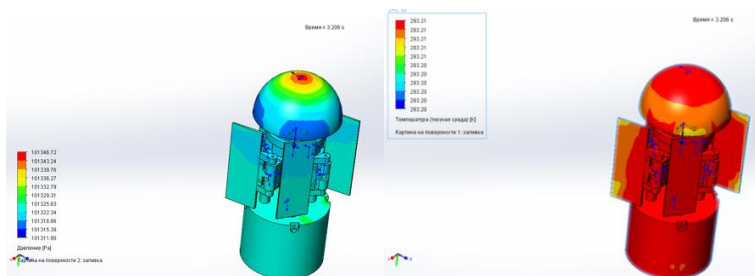


Рис.5 Распределение на поверхности корпуса микроспутника в третьем случае параметров: а) давления; б) температуры

Теперь рассмотрим распределение температуры по всему корпусу. Видно, что, как и в предыдущих случаях, на обтекателе центральная область с наивысшей температурой. Также присутствуют участки более низкой температуры рядом с местами крепления рулей (Рис.5б).

Теперь рассмотрим сами рули. В данном случае два из них находятся в собранном состоянии, и по ним равномерно распределена высокая температура. На двух других, отклонённых, рулях с удалением от места крепления температура уменьшается. Это обусловлено тем, что поток воздуха там с более низкой скоростью, поскольку затормаживается самими аэродинамическими рулями.

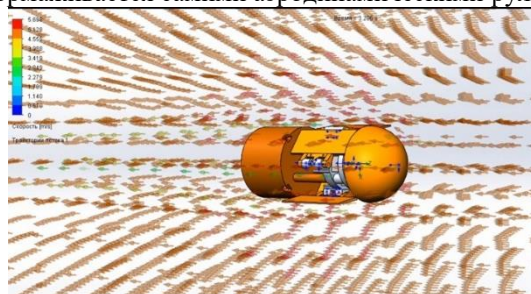


Рис.6 Изменение направления и скорости потока в третьем случае

Можно проследить, что искажаются первоначальные линии потока воздуха, меняется скорость. Из-за обтекателя происходит ускорение потока, и он как-бы начинает обволакивать корпус. Однако, из-за отклонённых аэродинамических рулей меняется направление линий потока, и он замедляется. Максимальная скорость потока- 5,698 м/с, а минимальная 2,279 м/с.

Выводы, полученные в результате исследования:

- Во всех трёх случаях максимальное давление претерпевает центральная область обтекателя. В рабочем состоянии на рулях есть небольшие области более низкого давления;
- Во время рабочего режима аэродинамических рулей, на их краях более низкая температура, что связано с обтеканием потока воздуха [2];
- При отклонении аэродинамических рулей, поток воздуха замедляется ближе к середине малого ЛА, и ускоряется на их концах;
- Во всех случаях в области за CanSatом не образуется завихрений потока.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Руководство для учащихся по изучению программного обеспечения SolidWorks – 150с.
2. Основы аэродинамики и динамики полета летательных аппаратов : учебное пособие : в 2 ч. ч. 1. Основы аэродинамики / В. И. Тимофеев [и др.], 2021. - 195 с.

УДК 537.663.2

Вихарева Ж.А.

Научный руководитель: Епринцев М.А., асс.

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, г. Санкт-Петербург, Россия

АППРОКСИМАЦИЯ ДАННЫХ В СИСТЕМЕ MATLAB

В наши дни существует множество систем компьютерной математики, которые направлены на численные расчёты, и среди них особо выделяется матричная математическая система MATLAB. Этой системой пользуются многие инженеры и научные работники, она стала мировым стандартом в сфере научно-технического программного обеспечения.

MATLAB ориентирован на матричные вычисления с программной эмуляцией параллельных вычислений и упрощёнными средствами задания циклов. В этой системе удобно работать с многими типами данных, многомерными массивами и различными видами матриц. MATLAB - это операционная среда для выполнения большого количества математических и научно-технических задач с дополнительными пакетами расширения, библиотеками функций и с возможностью создания пользовательских пакетов.

Затронутая тема актуальна для инженеров и студентов, ведь аппроксимация заметно облегчает и ускоряет вычисление сложных функций, интегралов, производных и т.д. При этом данный метод позволяет изучать разные математические характеристики объектов, сводя изучение к более простым составным частям. Аппроксимация максимально точно позволяет работать с данными, сводя к минимуму погрешности.

Аппроксимация или приближение – это научный метод, заключающийся в замене одних объектов другими, более простыми, но близкими к исходным. Данный метод позволяет исследовать как числовые характеристики, так и качественные свойства объекта, сводя задачу к изучению более простых и удобных объектов.

Какие бывают виды аппроксимации? Их довольно много, но чаще встречаются следующие:

- Аппроксимация в сложных функциях;
- Аппроксимация для вычисления интеграла;
- Аппроксимация для обработки экспериментальных или натуральных данных.

Теперь поговорим о каждом примере и рассмотрим наглядно их использование в системе MatLab.

Аппроксимация полиномом связана с вычислением матрицы Вандермонда V , элементами которой являются базисные функции, и последующим решением переопределенной системы линейных уравнений:

$$V_p = y. \quad (1)$$

Рассмотрим две разновидности полиномиальной регрессии в системе MatLab:

- $[p,S] = \text{polyfit}(x,y,n,mu)$ возвращает коэффициенты полинома p и структуру S для использования вместе с функцией polyval . Цель данной функции- оценить или предсказать возможные погрешности, но так, чтобы происходило центрирование и масштабирование x :

$$x_{\text{norm}} = \frac{(x - mu_1)}{mu_2}, \quad (2)$$

где $mu_1 = \text{mean}(x)$ и $mu_2 = \text{std}(x)$.

- $M [p,S] = \text{polyfit}(x,y,n)$. Эта функция возвращает коэффициенты полинома p и структуру S для использования вместе с функцией polyval с целью оценивания или предсказания погрешности.

Стоит заметить, что центрирование и масштабирование улучшают свойства степенного многочлена, который можно получить

при помощи функции `polyval`, а также улучшают качественные характеристики самого алгоритма, используемого в аппроксимации.

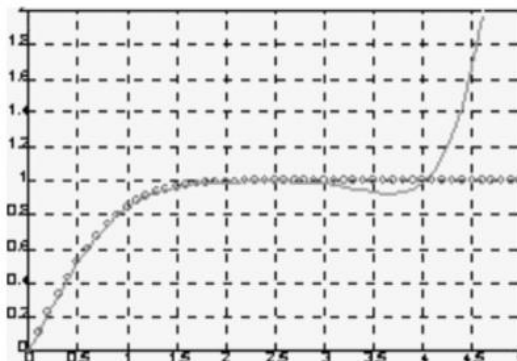


Рис.1 Графики функции и аппроксимирующего полинома в MatLab

На графике (Рис.1) прямой линией обозначена функция аппроксимации, а точки исходной зависимости отображены в виде кругов. В качестве примера аппроксимация функции ошибки $\text{erf}(x)$, которая является ограниченной сверху функцией, в то время как аппроксимирующие полиномы неограниченны. Это и приводит к некой накопительной ошибке в аппроксимации.

Анализируя рисунок можно сказать, что аппроксимация для функции ошибки $\text{erf}(x)$ вне отрезка $[0; 2.5]$ расходится.

Следует обратить внимание на то, что при полиномиальной регрессии узловые точки на накладываются точно на график получившегося полинома. Их приближение к построенному графику является наилучшим при минимальном среднеквадратичном отклонении.

Следующий вид аппроксимации, который рассмотрим в этой статье, это метод наименьших квадратов или сокращённо МНК.

Именно МНК является самым распространённым методом аппроксимации в системе MatLab. Стоит отметить, что данный метод является ещё одной разновидностью полиномиальной регрессии, которая уже была рассмотрена ранее.

Этот метод работает за счёт того, что при сглаживании исходных данных в некую кривую аппроксимации, её стремятся продолжить таким образом, чтобы отклонения от введённых данных оказались минимальны. Это осуществляется путём нахождения зависимости в исходных данных.

В системе MATLAB аппроксимация по МНК осуществляется за счёт функции `polyfit`. Функция $p = \text{polyfit}(x, y, n)$ возвращает вектор коэффициентов полинома $p(x)$ степени n , который с наименьшей среднеквадратичной погрешностью аппроксимирует функцию $y(x)$. Тогда результатом будет вектор-строка длиной $n+1$, которая будет содержать коэффициенты полинома в порядке уменьшения их степеней.

В случае, когда выполняется выражение (3), то реализуется обычная полиномиальная аппроксимация. График полинома проходит через узловые точки с координатами $(x; y)$, хранящиеся в векторах x и y . Иначе точного совпадения графика с узловыми точками не наблюдается.

$$x = y = n + 1 \quad (3)$$

Благодаря встроенным функциям для аппроксимации в системе MatLab, значительно ускоряется алгоритм решения исходной задачи.

Последний вид, который будет рассмотрен – это аппроксимация периодической функции на основе быстрого преобразования Фурье.

Этот алгоритм более быстрый, чем алгоритм вычисления дискретного преобразования Фурье. Метод позволяет получить конечные данные за время, меньшее чем $O(N^2)$, которое затрачивается при прямом решении.

В системе MatLab для использования данного метода существует функция `interpft` $y = \text{interpft}(y, n)$. Она возвращает одномерный массив чисел, который является функцией в периоде, определённой в n точках графика и аппроксимирующей одномерный массив y .

В случае, когда $\text{length}(x) = m$, а интервал дискретности dx , то интервал дискретности для y определяется по формуле (4), если $n > m$.

$$dy = dx \cdot \frac{m}{n}, \quad (4)$$

Для примера рассмотрим аппроксимацию функции $y = \sin(x)$. Пусть она будет задана на отрезке $[0; 10]$ точками, в количестве 11 штук.

На выходе получим точный график исходной функции и её аппроксимации. Стоит отметить, что вне интервала $[0; 1.5]$ аппроксимирующая функция имеет нарастающую погрешность (Рис.2).

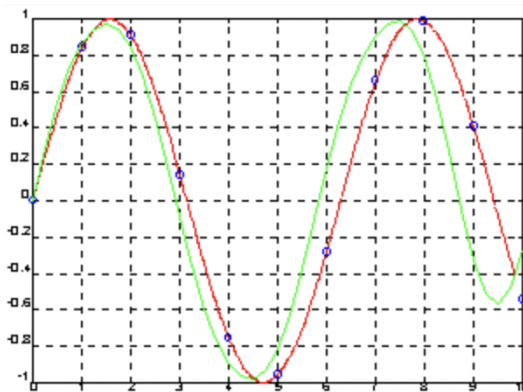


Рис.2 Графики функции $\sin(x)$ и её аппроксимация

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Потемкин В.Г. Справочник по MATLAB- Анализ и обработка данных/ Потемкин В.Г. – 164 с.
2. Дьяконов В. П. MATLAB. Полный самоучитель. – М.: ДМК Пресс, 2012. – 768 с.: ил.

УДК 004.67

Власов Г.С.¹

Научный руководитель Власова Т.Г.², ст. преп.

¹Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет), Мытищинский филиал, г. Мытищи, Россия

²Автономная некоммерческая образовательная организация высшего образования Центросоюза Российской Федерации «Российский университет кооперации», г. Мытищи, Россия

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРИКЛАДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Процесс обучения подразумевает не только получение теоретических знаний, а в первую очередь практических навыков, которые можно применить в своей будущей профессии. Теоретические знания, не подкреплённые реальными практическими задачами, рано или поздно забываются [1].

Совместная работа обучающихся над проектами развивает

творческую деятельность студентов, учит принимать решения, работать в команде, понимать ответственность за действия перед собой и командой.

Студенты IT специальностей могут применять свои навыки для решения широкого круга задач, разрабатывать программы для сбора, систематизации, обработки, анализа и визуализации больших объёмов данных в различных отраслях науки и техники, позволяя рационально использовать не только время, труд, материальные ресурсы исследователя, но и достижения в области высоких технологий.

Информационные технологии получили широкое распространение в сфере услуг [2-4], управлении, социологических исследованиях, экономике, промышленности, в научных естественнонаучных исследованиях в рамках обработки экспериментальных данных по физике, химии [5], биологии, экологии и т.д. Так, одна из самых крупных отраслей народного хозяйства – лесная – на современном этапе развития не может обходиться без автоматизированных средств и программ, обеспечивающих их работу. Сюда можно отнести наблюдение, анализ, учет и прогнозирование лесных ресурсов [6].

Кроме экспериментальных данных, учёные естественнонаучного и технического направления работают с массивами информации, собранной за многие годы наблюдений и доступной в сети интернет.

Например, климатические данные по всем метеорологическим станциям планеты с данными за более чем 150 лет наблюдений по среднемесячным и годовым температурам (рис. 1), по другим показателям (влажность, направление ветра) (рис. 2), которые обновляются ежедневно, можно найти на сайте «Погода и климат» [7]:

Средние месячные и годовые температуры воздуха в Москве
(по online данным и литературным источникам)

год	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	за год
1779	999.9	999.9	999.9	999.9	999.9	999.9	999.9	999.9	999.9	999.9	-2.1	-5.2	999.9
1780	-16.7	-12.0	-1.0	6.7	12.3	15.0	19.7	14.1	7.5	4.4	-1.9	-10.8	3.1
1781	-12.5	-14.9	-5.0	1.8	10.9	14.4	17.6	18.4	11.9	3.3	2.6	-11.2	3.1
1782	-9.5	-16.6	-2.7	2.9	11.8	15.0	17.5	16.5	11.3	6.2	-0.4	-13.1	3.2
1783	-19.0	-7.0	-5.3	4.4	15.8	19.6	16.5	17.7	999.9	999.9	999.9	999.9	999.9
1784	999.9	999.9	999.9	999.9	999.9	999.9	999.9	999.9	999.9	999.9	999.9	999.9	999.9
1785	999.9	999.9	999.9	999.9	10.1	16.1	18.3	17.3	9.1	0.6	-0.7	-11.3	999.9
1786	-10.9	-11.8	-6.9	6.5	11.1	15.6	19.9	19.1	13.9	2.5	-7.3	-10.3	3.5
1787	999.9	999.9	999.9	999.9	999.9	999.9	999.9	999.9	999.9	999.9	999.9	999.9	999.9
1788	-13.1	-8.1	-6.9	2.8	9.7	16.9	21.8	16.6	10.9	2.9	-3.6	-20.2	2.5
1789	-9.7	-10.0	-12.0	2.2	14.0	15.9	21.0	17.2	11.5	2.6	-1.5	-4.0	3.9

Рис. 1 Архивные данные температур с сайта «Погода и климат»

Архив погоды в Москве (город Москва, Россия)																	
Время (UTC), дата	Ветер (напр., м/с)	Видим.	Явления	Облачность	T (C)	Td (C)	f (%)	Te (C)	Tes (C)	Комфортность	P (ГПа)	Po (ftPa)	Tmin (C)	Tmax (C)	R (мм)	R24 (мм)	S (см)
15 9.05	СЗ 1	20 км		4/3 1000 м [Sc Ac trans]	+13.1	-7.0	24	+14	+16	тепло	1028.2	1010.1					
18 9.05	штиль 0	18 км		3/0 [Ac trans]	+8.0	-1.1	53	+8	+8	по сезону	1028.0	1009.5		+14.4			
21 9.05	штиль 0	18 км		9/0 [Ac trans]	+7.6	-0.5	56	+7	+7	по сезону	1027.8	1009.3					
00 10.05	штиль 0	20 км		9/0 [Ac trans]	+6.5	-0.2	62	+6	+6	прохладно	1027.5	1008.9					
03 10.05	штиль 0	20 км		9/0 [Ac trans]	+6.8	+0.3	63	+6	+7	прохладно	1027.1	1008.6	+6.3				
06 10.05	З 1	19 км		10/0 [Ac und]	+11.9	-2.4	37	+12	+15	по сезону	1026.1	1007.9	+6.3				
09 10.05	С 1	19 км		9/3 800 м [Cu Sc Ac tent Cl]	+15.5	-3.2	27	+16	-24	по сезону	1024.9	1006.9					
12 10.05	СВ 1	20 км		10/4 1000 м [Sc dir, vesp Ac As]	+15.8	-3.0	27	+17	+19	по сезону	1023.4	1005.5					

Рис. 2 Климатические данные с сайта «Погода и климат»

Чтобы использовать данные с этого сайта без использования программ автоматического сбора, приходится совершать много операций по копированию, переносу данных, выбору необходимых показателей и математической обработки вручную. С учётом, что для работы необходимы показатели большого числа станций (например, в Антарктиде 190 станций доступных для анализа [8, 9], в Австралии более 1100 станций), исследователь вынужден тратить время и ресурсы, которые рационально использовать для анализа полученных показателей.

С помощью программ, разработанных на основе языка программирования Python [10], возможно собирать данные с сайтов погоды (например, температурные показатели), группировать данные в таблицу, выбирать необходимые климатические показатели (например, годовые температуры) в отдельные файлы (рис. 3):

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Дата	Максимальная температура	Минимальная температура	Средняя температура	Атмосферное давление	Скорость ветра	Осадки	Эффективная температура
2	01.01.1997	20.7	10.5	15.1	1023.0	8	0.12.2	
3	02.01.1997	21.7	9.9	15.8	1023.1	10	0.11.8	
4	03.01.1997	21.5	13.9	17.2	1023.5	9	0.13.0	
5	04.01.1997	24.6	13.9	20.9	1018.5	9	0.23.0	
6	05.01.1997	39.2	26.1	30.6	1007.0	12	0.28.1	
7	06.01.1997	30.4	9.5	16.2	1006.6	14	1.7.5	
8	07.01.1997	18.7	8.4	14.0	1014.9	12	0.9.9	
9	08.01.1997	19.9	8.3	15.9	1016.8	8	0.10.8	

Рис. 3 Данные с климатического сайта в виде таблицы [10]

Кроме сбора и обработки данных, необходимо получить значения, которые возможно сравнивать для станций, расположенных в разных широтах и определять средние значения, для чего невозможно использовать абсолютные показатели.

В нашем случае с помощью современных информационных технологий проводится автоматизация процесса расчёта медиан и отклонений, с дальнейшим построением соответствующих графиков, при необходимости с линиями трендов (рис. 4):

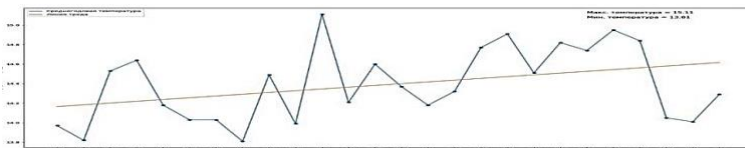


Рис.4 Графическое представление данных [10]

Весь процесс занимает мало времени, практически исключает ошибки, обусловленные человеческим фактором. На данном примере мы показали, как важно применение возможностей современных информационных технологий в работе с большими объёмами эмпирических данных. Разработка подобных программ, имеющих прикладное значение, позволяет студентам, обучающимся по ИТ направлениям в полной мере использовать приобретённые теоретические знания в ходе исследовательской деятельности, развивать свои профессиональные компетенции, учит взаимодействовать внутри малых групп, что особенно актуально, и способствует профилактики профессионального выгорания ИТ специалистов.

Самостоятельная исследовательская работа студентов в рамках естественнонаучных исследований, помогает в понимании значимости своей профессии, способствует привлечению ИТ специалистов высокого класса к фундаментальным и прикладным исследованиям в области естественных и технических дисциплин.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Жукова Ж. С. Применение интерактивных методов обучения при проведении практических занятий естественнонаучного цикла / Ж. С. Жукова // Актуальные проблемы развития вертикальной интеграции системы образования, науки и бизнеса: экономические, правовые и социальные аспекты: материалы XI Международной научно-практической конференции 29-30 декабря 2022 г. / под ред. С.Л. Иголкина. – Воронеж: ВЭПИ, 2022. – 179-183 с.
2. Жукова Ж.С. Особенности обслуживания VIP-клиентов гостиничного предприятия / Ж. С. Жукова, Е. Б. Титова // Актуальные проблемы развития туризма: Материалы IV международной научно-практической конференции, Москва, 11–12 марта 2020 года. – Москва : Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодёжи и туризма (ГЦОЛИФК)", 2020. – С. 30-34.

3. Собачкина Д.Д. Роль персонала службы приёма и размещения в создании имиджа гостиничного предприятия / Д. Д. Собачкина, Ж. С. Жукова // Актуальные проблемы развития туризма: Материалы IV международной научно-практической конференции, Москва, 11–12 марта 2020 года. – Москва: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодёжи и туризма (ГЦОЛИФК)", 2020. – С. 124-129.

4. Власова Т. Г. Применение интерактивных методов обучения в проведении практических в ходе подготовки студентов направлений Гостиничное дело и Сервис / Т. Г. Власова // Актуальные проблемы развития вертикальной интеграции системы образования, науки и бизнеса: экономические, правовые и социальные аспекты: материалы XI Международной научно-практической конференции 29-30 декабря 2022 г. / под ред. С.Л. Иголкина. – Воронеж: ВЭПИ, 2022. – 165-169 с.

5. Власова Т. Г. Проблемы преподавания химии в непрофильных учебных заведениях среднего профессионального и высшего образования // Мир науки. Педагогика и психология. 2019. Т. 7. № 3. С. 2.

6. Власов Г.С. ИТ-технологии и устойчивое развитие в лесной отрасли/Власов Г.С./Устойчивое развитие: геополитическая трансформация и национальные приоритеты: материалы XIX Международного конгресса с элементами научной школы для молодых ученых. в 2-х томах. 2023. С. 72-76.

7. Справочно-информационный портал «Погода и климат». – [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/weather.php?id=27612> (дата обращения 30.03.2022г.)

8. Жукова, Ж. С. Проблемы анализа изменения среднесуточных температур на примере станции Амундсен-Скотт / Ж. С. Жукова // Общество, образование, наука: современные тренды : Сборник трудов по материалам II Национальной научно-практической конференции, Керчь, 23–24 декабря 2022 года / Редколлегия: Е.П. Масюткин [и др.]. – Керчь: ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет», 2022. – С. 221-225. – EDN JCOVTQ.

9. Жукова, Ж. С. Динамика изменения среднегодовых температур в Антарктиде / Ж. С. Жукова // Общество, образование, наука: достижения и перспективы развития: Сборник трудов по материалам III Национальной научно-практической конференции, Керчь, 15–16 мая 2023 года / Редколлегия: Е.П. Масюткин [и др.]. – Керчь: ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический

университет», 2023.

10. Шварцман К. С. Применение информационных технологий для обработки климатических данных / К.С. Шварцман, Ж. С. Жукова // «качество продукции, технологий и образования» (КПТО-18)»: Материалы XVIII Международной научно-практической конференции, Магнитогорск, 30 марта 2023 года. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2023.

УДК 544.723:546.302:547.458.5

Габрин В.А.

*Научный руководитель: Никифорова Т.Е., д-р. хим. наук, проф.
Ивановский государственный химико-технологический университет,
г. Иваново, Россия*

МОДИФИЦИРОВАНИЕ СОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ ХИТОЗАНА ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ИОНОВ d-МЕТАЛЛОВ ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ

Проблема распространения тяжелых металлов с водными потоками обуславливает необходимость разработки эффективных технологических мероприятий по снижению их концентрации. Адсорбция и адсорбционные методы являются наилучшими для очистки воды от широкого спектра загрязнителей, включая тяжелые металлы. Биосорбция, как активно развивающийся вид сорбционной очистки, имеет перспективы стать широкоиспользуемым на промышленном уровне методом очистки водных сред различного происхождения от ионов d-металлов и их солей [1]. Сорбенты, получаемые из возобновляемого биоразлагаемого сырья, обладающие повышенными сорбционными характеристиками, поддающиеся многократной регенерации и безопасной утилизации, являются ценными и привлекательными для масштабного использования их в процессах очистки водных сред различного происхождения от ионов «тяжелых металлов». В настоящее время остаются актуальными разработка подходов к получению и описание сорбционных характеристик биосорбентов на основе хитозана, обладающих потенциалом обеспечения высокоэффективной очистки различных водных сред от катионов металлов с целью совершенствования сорбционных технологий.

Целью данной работы являлось модифицирование состава гидрогелевых сорбентов на основе хитозана с последующим изучением их сорбционных характеристик по отношению к ионам меди(II).

В работе с помощью методов поверхностной модификации, объемного наполнения гидрогелевой полимерной сетки, прививки и молекулярной сшивки были получены модифицированные сорбенты на основе хитозана с привлечением основного биополимера и модифицирующих компонентов: эпихлоргидрин, додецилсульфат натрия (SDS), 2-этилимидазолат никеля (ИКС), высокодисперсный диоксид кремния (SiO_2) [4]. Сорбционные свойства полученных сорбентов изучались в статических условиях методом избытков Гиббса. В качестве модельных растворов, содержащих ионы тяжелых металлов, использовали растворы сульфата меди с различной концентрацией Cu(II) .

Поверхность биополимерных модифицированных сорбентов (рис.1) получили с помощью сканирующего электронного микроскопа Tescan VEGA 3 SBH.

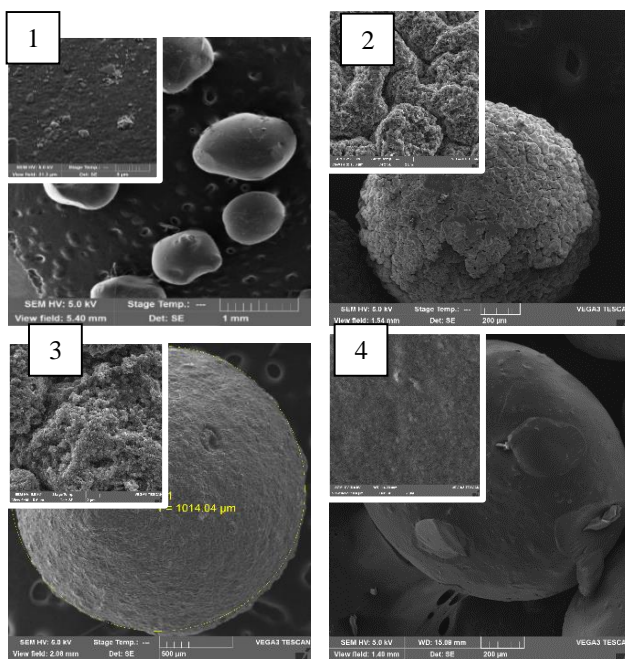


Рис. 1. Микрофотографии поверхностей гидрогелевых хитозановых сорбентов: 1- Сорбент «Сшитый хитозан», 2- Сорбент «ИКС/хитозан», 3- Сорбент «Хитозан/ SiO_2 », 4- Сорбент «SDS/хитозан».

Видно, что гидрогелевый сорбент на основе хитозана обладает преимущественно гладкой поверхностью без видимых пористых каналов.

Получены экспериментальные изотермы сорбции (рис. 2).

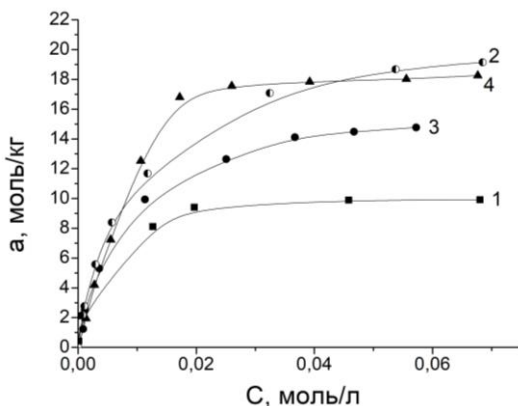


Рис. 2. Изотермы сорбции ионов Cu(II) : 1- Сорбент «Сшитый хитозан», 2- Сорбент «ИКК/хитозан», 3- Сорбент «Хитозан/ SiO_2 », 4- Сорбент «SDS/хитозан».

Оценено влияние pH среды на изменение величины адсорбции по ионам меди (рис. 3).

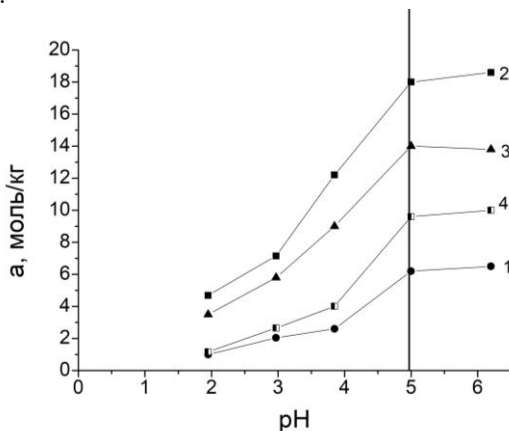


Рис. 3. Профиль зависимости величины сорбции ионов меди от pH водных растворов при 298 К: 1- Сорбент «Сшитый хитозан», 2- Сорбент «ИКК/хитозан», 3- Сорбент «Хитозан/ SiO_2 », 4- Сорбент «SDS/хитозан».

Главным результатом модифицирования природного биополимера является кратное возрастание величины адсорбции по сорбируемым катионам. Выявлено, что сорбционная способность восстанавливается при повышении pH до 5.

Таким образом, полученный сорбент на основе хитозана является перспективным сорбционным материалом для извлечения d-металлов из сточных вод различной природы для их глубокой очистки. В частности, в перспективе он может быть использован для концентрирования тяжелых металлов из сточных вод, например, предприятий по переработке углеводородов/нефтепереработке и гальваники.

Работа выполнена в рамках государственного задания на выполнение НИИР (Тема № FZZW-2020-0010).

Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ИГХТУ (при поддержке Минобрнауки России, соглашение № 075-15-2021-671).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Chakraborty, R. Adsorption of heavy metal ions by various low-cost adsorbents: a review / R. Chakraborty, A. Asthana, A.K. Singh. – Текст : непосредственный // International Journal of Environmental Analytical Chemistry. – 2022. – Т. 102. (N 2). – С. 342-379.

2. Zamora-Ledezma, C. Heavy metal water pollution: A fresh look about hazards, novel and conventional remediation methods / C. Zamora-Ledezma, D. Negrete-Bolagay. – Текст : непосредственный // Environmental Technology & Innovation. – 2021. – Т. 22. – С. 101504.

3. Arora, R. Adsorption of Heavy Metals—A Review / R. Arora. Текст : непосредственный // Materials Today: Proceedings. – 2019. – Т. 18. – С. 4745–4750.

4. Фуфаева, В.А. Извлечение ионов меди сорбентами на основе хитозана, модифицированными 2-этилимидазолатом никеля / В.А. Фуфаева, Т.Е. Никифорова. – Текст : непосредственный // Физикохимия поверхности и защита материалов. – 2022. – Т. 58, вып. 2. – С. 163–169

5. Фуфаева, В.А. Кинетические характеристики извлечения катионов меди(II) из водных сред гидрогелевым сорбентом хитозан-диоксид кремния / В.А. Фуфаева, Т.Е. Никифорова, П.Б. Разговоров, А.А. Игнатьев. – Текст : непосредственный // Экология и промышленность России. – 2022. – Т. 26, вып. 12. – С. 22-27.

*Галкина А.С., Лебедев В.Е.**Научный руководитель: Туполова Ю.П., канд. хим. наук, доц.
Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Россия*

КОМПЛЕКСЫ Со(II) НА ОСНОВЕ БИС-ГЕТАРИЛГИДРАЗОНА ДИАЦЕТИЛА, ПРОЯВЛЯЮЩИЕ СВОЙСТВА МОНОМОЛЕКУЛЯРНЫХ МАГНИТОВ

Одним из наиболее распространенных направлений применения магнитных материалов является создание устройств хранения информации. Однако используемые в настоящее время материалы не позволяют получать накопители с емкостью выше определенного предела, что обусловлено явлением суперпарамагнетизма. Решение данной проблемы может быть найдено в применении материалов, которые проявляют магнитные свойства на уровне одной молекулы. Такие вещества называются «мономолекулярными магнитами» (SMM – single molecule magnets) и представляют собой парамагнитные молекулы, содержащие неспаренные электроны, и способные сохранять свою намагниченность в течение длительного времени ниже определенной температуры. Способность молекул-магнитов хранить информацию обусловлена наличием барьера перемагничивания ($U_{эфф}$), размер которого преимущественно зависит от знака и величины параметра магнитной анизотропии (D). Причем для проявления свойств SMM необходимо, чтобы D имел отрицательный знак ($D < 0$) [1]. В связи с этим, одним из подходов к получению SMM является поиск факторов, влияющих на знак и величину параметра магнитной анизотропии D . К ним прежде всего относятся сила поля лиганда, симметрия координационного узла, наличие спин-орбитального взаимодействия. Для изучения корреляций «строение – магнитные свойства» удобными моделями являются комплексы 3d металлов, среди которых наиболее убедительные свойства SMM демонстрируют комплексные соединения Со(II) с электронной конфигурацией d^7 . И хотя наибольшие значения $U_{эфф}$ были на данный момент достигнуты только для низкокоординированных комплексов [2], более перспективным подходом является получение шестикоординированных металлохелатов, также обладающих высокими значениями D , но при этом демонстрирующих намного большую устойчивость. Исследования показали, что октаэдрические металлохелаты Со(II) характеризуются положительными значениями D . Однако искажение идеальной октаэдрической геометрии

координационного узла приводит к смене знака параметра магнитной анизотропии. Так, наибольшие отрицательные значения D и, как следствие, свойства SMM, наблюдаются у тригонально-призматических комплексов Co(II) (симметрия D_3). Такие результаты обусловлены маленькой разностью между энергиями первого возбужденного и основного электронных состояний, что приводит к сильному спин-орбитальному взаимодействию, и, как следствие, обеспечивает большое значение параметра магнитной анизотропии [3].

Основными задачами настоящей работы явились оценка магнитных свойств и направленный синтез высокоспиновых шестикоординированных комплексов Co(II) , проявляющих свойства SMM, а также исследование влияния природы лигандной системы и ацидолигандов на геометрическое и электронное строение металлохелатов и параметр магнитной анизотропии. Ранее в аналогичных работах были получены комплексы Co(II) на основе бис-гетарилгидразона – продукта конденсации диацетила и 2-гидразино-4,6-диметилпиримидина [4, 5]. Их строение координационного узла было близко к тригональной призме, что привело к отрицательным значениям D (Рис. 1).

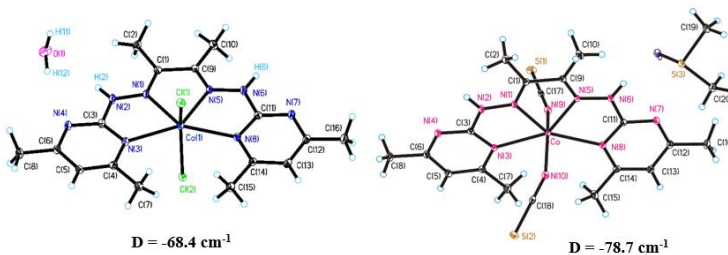


Рис. 1 Комплексы Co(II) на основе 4,6-диметилпиримидилгидразона диацетила и их значения параметра D

В настоящей работе в качестве лигандной системы нами был выбран продукт конденсации диацетила и 2-гидразино-4,6-дифенилпиримидина, что основывалось на предположении, что введение более объемных заместителей в пиримидиновый фрагмент приведет к дальнейшему искажению симметрии координационного узла от чисто-октаэдрического к тригонально-призматическому. Кроме того, ожидалось, что наличие фенильных групп будет способствовать увеличению расстояния между молекулами комплекса в кристалле, что поможет изолировать металлические центры и, как следствие, улучшит характеристики SMM.

С целью предварительного подтверждения выдвинутых предположений и изучения магнетоструктурных корреляций, нами были проведены квантово-химическое моделирование структуры и расчет параметров расщепления в нулевом поле (параметра магнитной анизотропии D , разницы между энергиями высшей занятой и низшей свободной d -орбиталей (Δ), разницы между энергиями первого возбужденного и основного электронных состояний (E)) для ряда комплексных соединений Co(II) на основе 4,6-дифенилпиримидилгидразона диацетила (L) с общей формулой $\text{Co}^{\text{II}}\text{LX}_2$ ($X = \text{NCS}^-$, Cl^- , Br^-) (типа 1) и с общей формулой $[\text{Co}^{\text{II}}\text{LY}_2]2\text{BF}_4$ ($Y = \text{H}_2\text{O}$, Py) (типа 2) (Рис. 2).

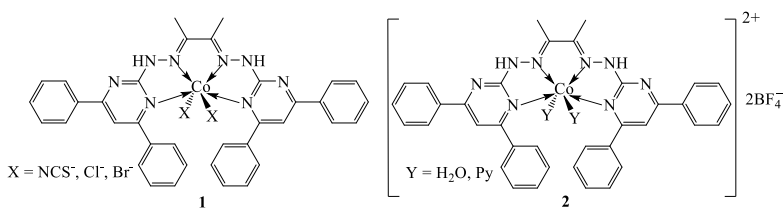


Рис. 2 Структура комплексов типа 1 и 2

Ниже представлены результаты расчетов параметров расщепления и сравнения степени выраженности октаэдрической (OC-6) и тригонально-призматической (TPR-6) геометрии координационного узла (Табл.). Видно, что для всех комплексов ожидается реализация легкой оси намагничивания ($D < 0$), причем значение D тем отрицательнее, чем меньше вклад октаэдрической координации в геометрию координационного узла. Кроме того, следует отметить обратную зависимость абсолютного значения величины D от разницы между энергиями первого возбужденного и основного электронных состояний, которое также коррелирует со значениями Δ .

Таблица – Результаты квантово-химических расчетов значений D , Δ , E и анализа геометрических параметров

X/Y	D, cm^{-1}	Δ, cm^{-1}	E, cm^{-1}	OC-6	TPR-6
Cl^-	-123,96	523	283,0	8,552	7,437
Br^-	-116,40	557	298,4	8,285	8,221
NCS^-	-99,35	872	433,8	7,452	7,127
Py	-51,55	702	1139,2	7,028	6,143
H_2O	-40,10	1852	1784,5	10,833	2,612

Опираясь на многообещающие результаты расчетов, мы осуществили синтез нового бис-гетарилгидразона диацетила (L), и на его основе получили серию комплексных соединений с хлоридом, роданидом и тетрафторборатом Co(II) (Рис. 3).

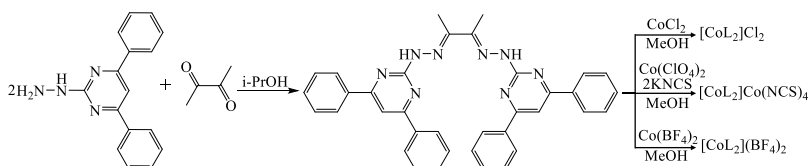


Рис. 3 Схема синтеза бис-гетарилгидразона и комплексов Co(II) на его основе

Результаты исследования полученных комплексов методом РСА оказались несколько неожиданными. Так, вместо ожидаемого состава 1:1 все комплексы имеют мооядерное строение с составом 2:1 (лиганд:металл) и искаженно-октаэдрической геометрией координационного узла. Каждая молекула бис-гетарилгидразона выступает как NNN-донорный лиганд в нейтральной форме, координируясь к иону кобальта двумя атомами азота диацетильного фрагмента и одним атомом азота пиримидиновой части. Таким образом, все комплексы представляют собой катионы состава $[\text{CoL}_2]^{2+}$, в которых в качестве противоионов выступают Cl^- , $\text{Co}(\text{NSC})_4^{2-}$ и BF_4^- соответственно (Рис. 4).

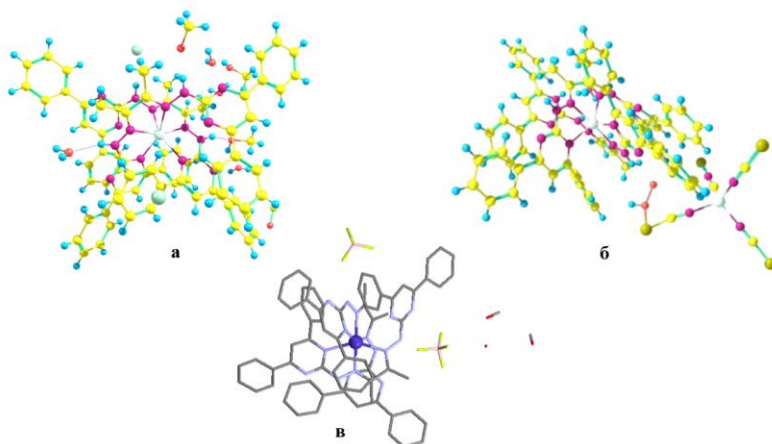


Рис. 4 Кристаллическое строение $[\text{CoL}_2]\text{Cl}_2$ (а), $[\text{CoL}_2]\text{Co}(\text{NSC})_4$ (б) и $[\text{CoL}_2](\text{BF}_4)_2$ (в)

Строение полученных комплексов позволяет предположить, что они могут проявлять свойства SMM, поэтому в дальнейшей работе мы планируем оценить магнитные свойства данных структур и, при необходимости, изменить условия синтеза.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Новиков, В.В. Современные физические методы для молекулярного дизайна мономолекулярных магнитов / В.В. Новиков, Ю.В. Нелюбина // Успехи химии. – 2021. – №10. – С. 1330-1358.

2. Yao, X.N. Two-Coordinate Co(II) Imido Complexes as Outstanding Single-Molecule Magnets / X.N. Yao, J.Z. Du, Y.Q. Zhang, X.B. Leng, M.W. Yang, S.D. Jiang, Z.X. Wang, Z.W. Ouyang, L. Deng, B.W. Wang // J. Am. Chem. Soc. – 2017. – №1. – P. 373-380.

3. Gomez-Coca, S. Mononuclear Single-Molecule Magnets: Tailoring the Magnetic Anisotropy of First-Row Transition-Metal Complexes / S. Gomez-Coca, E. Cremades, N. Aliaga-Alcalde, E. Ruiz // J. Am. Chem. Soc. – 2013. – №18. – P. 7010-7018.

4. Tupolova, Y.P. Field-induced single-ion magnet behaviour of a hexacoordinated Co(II) complex with easy-axis-type magnetic anisotropy / Y.P. Tupolova, I.N. Shcherbakov, L.D. Popov, V.E. Lebedev, V.V. Tkachev, K.V. Zakharov, A.N. Vasiliev, D.V. Korchagin, A.V. Palii, S.M. Aldoshin // Dalton Transactions. – 2019. – №20. – P. 6960-6970.

5. Tupolova, Y.P. Fine-Tuning of Uniaxial Anisotropy and Slow Relaxation of Magnetization in the Hexacoordinate Co(II) Complexes with Acidoligands / Y.P. Tupolova, I.N. Shcherbakov, D.V. Korchagin, V.V. Tkachev, V.E. Lebedev, L.D. Popov, K.V. Zakharov, A.N. Vasiliev, A.V. Palii, S.M. Aldoshin // J. Phys. Chem. C. – 2020. – №47. – P. 25957-25966.

УДК 504.06

Герцен М.М.¹, Гольшиева А.Н.², Переломов Л.В.¹

¹Тульский государственный педагогический университет, г. Тула, Россия

²Тульский государственный университет, г. Тула, Россия

ОЦЕНКА СВЯЗЫВАНИЯ ГЕКСАДЕКАНА КАК КОМПОНЕНТА НЕФТЯНОЙ ФРАКЦИИ ГУМИНОВЫМИ КИСЛОТАМИ ТРОСТНИКОВОГО ТОРФА

Нефтяные загрязнения могут быть вызваны любым разливом сырой нефти или продуктов ее переработки. Однако наиболее крупные

и разрушительные случаи загрязнения обычно связаны с разливами нефти или тяжелого бункерного топлива из вышедших из строя танкеров или буровых платформ в море, с барж или судов на основных внутренних водных путях, а также в результате прорыва колодцев или поломки трубопроводов на суше. Последствия ощущаются не только в районе разлива, но и распространяются на обширные регионы, оказывая негативное воздействие на береговую линию и наземную дикую природу в тысячах метров от места разлива. Поскольку плотность нефти меньше, чем у воды, она плавает на поверхности воды при утечке или разливе (морской или пресной воде). Именно по этой причине ликвидировать разлив нефти намного проще. Существующие методы для удаления сырой нефти и продуктов ее переработки из морской среды основаны на применении различных стратегий, однако каждый из этих методов имеет свои преимущества и недостатки. Основным преимуществом является то, что они быстро удаляют нефтяные загрязнения с поверхности воды, но главным недостатком является образование опасных химических промежуточных продуктов, некоторые из которых более вредны для экосистем чем первоначальное загрязнение [1]. В настоящее время для устранения последствий нефтяных загрязнений актуально применение биологических методов, эффективность которых подтверждается многочисленными исследованиями [2, 3, 4]

Цель работы – изучение связывающей способности природных сорбентов – гуминовых кислот по отношению к модельной нефтяной фракции - гексадекану. В работе использовали гуминовые кислоты тростникового низинного торфа Рязанской области. Возможность использования торфа Рязанской области в качестве сорбента для нефтепродуктов, основана на анализе его связывающей способности (Q %, формула 1) по отношению к n -гексадекану и гуминовых кислот тростникового низинного торфа Тульской области [5], что обусловлено их сходными физико-химическими свойствами. Концентрацию рязанских гуминовых кислот ($GK_{\text{ряз}}$), как и в предыдущих экспериментах, варьировали от 25 до 100 мг/л и оставляли неизменным содержание гексадекана 2 %об [5] (рисунок 1). Определена максимальная связывающая способность $GK_{\text{ряз}}$ при концентрации 50 мг/л и инактивирующая способность микроорганизмов-нефтедеструкторов в зависимости от содержания гексадекана в растворе (от 2 до 20 %об) [5] (рисунок 2). Остаточное количество гексадекана в растворе определяли газофазной хроматографией.

$$Q = \frac{c_0 - c}{c_0} \cdot 100 \quad (1)$$

c_0 - начальное содержание гексадекана в растворе, %

C- оставшееся содержание гексадекана в растворе, %

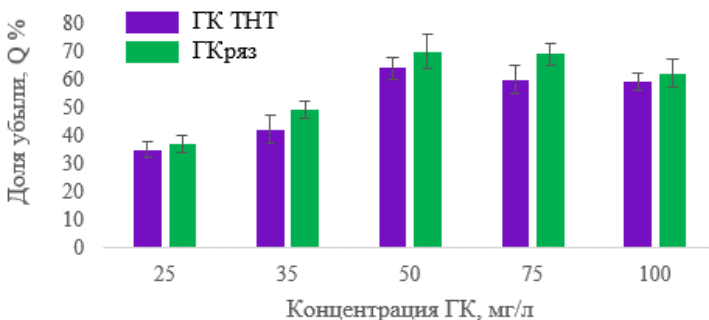


Рис. 1 Связывающая способность гуминовых кислот тростникового низинного торфа [3] и гуминовых кислот тростникового низинного торфа Рязанской области по отношению к гексадекану

Установлено, что количество связанного гексадекана во всем диапазоне концентраций рязанских гуминовых кислот на 2-9 % превышает данный показатель ГК ТНТ [5]. Максимальная связывающая способность гуминовых кислот тростникового низинного торфа Рязанской области по отношению к гексадекану при 50 мг/л (рисунок 1), что также коррелирует с результатами, полученными для ГК ТНТ [3].

Известно [6, 7], что гуминовые кислоты представляют собой сложные агрегаты молекул, состоящие из ароматического ядра и гидрофобной периферической части. Инактивация гексадекана гуминовыми кислотами в растворе осуществляется посредством гидрофобных взаимодействий между развитой периферической частью гидрофобных фрагментов гуминовых кислот и молекулой n-алкана (гексадекана) [8].

Выявлена корреляционная зависимость связывающей способности $GK_{\text{Ряз}}$ с ГК ТНТ [5], так показано, что увеличение содержания гексадекана в растворе приводит к снижению доли его связывания гуминовыми кислотами. Однако при содержании в растворе гексадекана 20 %об значение Q % для рязанских ГК в 2,5 раза превышает для ГК ТНТ [5].

Максимальная доля связывания гексадекана (более 50 %) гуминовых кислот тростникового низинного торфа Рязанской области при содержании 2-7 %об; в диапазоне от 10 до 20 %об наблюдается снижение доли связывания в 2 раза (рисунок 2).

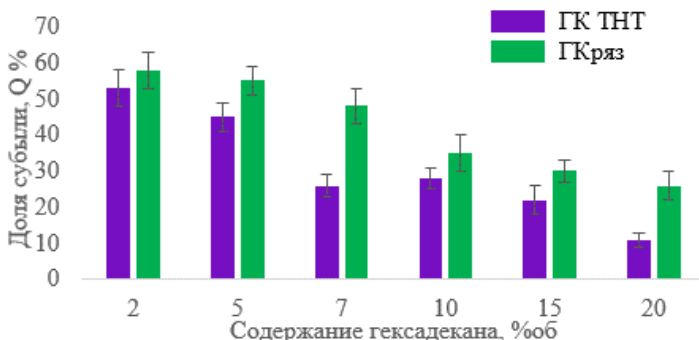


Рис. 2 Связывающая способность гуминовых кислот тростникового низинного торфа [5] и гуминовых кислот тростникового низинного торфа Рязанской области в зависимости от содержания гексадекана в растворе

Установлено, что доля связывания гексадекана (от 2 до 20 %об) ГК_{Ряз} на 5-22 % данного показателя ГК ТНТ [5].

Таким образом, экспериментально подтверждено, что гуминовые кислоты тростникового низинного торфа Рязанской области способны эффективно снижать содержание модельного алкана в растворе, доля связанного гексадекана превышает значения у аналога – гуминовых кислот ТНТ и по данному показателю может выступать в качестве сорбента для очистки воды и почвы от нефти нефтепродуктов.

Статья подготовлена в рамках государственного задания по теме: «Иммобилизация тяжелых металлов продуктами взаимодействий слоистых силикатов с почвенным органическим веществом и микроорганизмами» (Средства дополнительного соглашения № 073-03-2023-030/2 от 14.02.2023 к Соглашению о предоставлении субсидии из федерального бюджета на финансовое обеспечение выполнения государственного задания на оказание государственных услуг (выполнение работ) 073-00030-23-02 от 13.02.23).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Arockiaraj S., Kankara R. S. Assessment of potential oil spill risk along Vishakhapatnam coast, India: Integrated approach for coastal management //Coastal Management. – Academic Press, 2019. – С. 449-463
2. Hassanshahian M., Amirinejad N., Askarinejad Behzadi M. Crude oil pollution and biodegradation at the Persian Gulf: A comprehensive and review study //Journal of Environmental Health Science and Engineering. –

2020. – Т. 18. – С. 1415-1435.

3. Babatunde A. O. Oil pollution and water conflicts in the riverine communities in Nigeria's Niger Delta region: challenges for and elements of problem-solving strategies //Journal of Contemporary African Studies. – 2020. – Т. 38. – №. 2. – С. 274-293.

4. Sanghamitra P., Mazumder D., Mukherjee S. Treatment of wastewater containing oil and grease by biological method-a review //Journal of Environmental Science and Health, Part A. – 2021. – Т. 56. – №. 4. – С. 394-412, Zhang Y. et al. Integration of biological method and membrane technology in treating palm oil mill effluent //Journal of Environmental Sciences. – 2008. – Т. 20. – №. 5. – С. 558-564.

5. Дмитриева Е. Д., Леонтьева М. М., Каримова В. Т. Влияние гуминовых веществ торфов на ростовые параметры микроорганизмов нефтедеструкторов рода *Rhodococcus* в присутствии гексадекана //Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Биология. Химия. – 2018. – Т. 4. – №. 2. – С. 43-56.

6. Попов А. И. Гуминовые вещества: свойства, строение, образование. – 2004.

7. Орлов Д. С. Химия почв: учебное пособие. – МГУ, 1985.

8. Дмитриева Е. Д., Герцен М. М., Горелова С. В. Влияние гуминовых кислот на посевные качества кресс-салата в условиях нефтяного загрязнения //Химия растительного сырья. – 2019. – №. 4. – С. 349-357.

УДК 004.774

Глазков М.Д.

*Научный руководитель: Стариковская Н.А., канд. техн. наук, доц.
Российский технологический университет МИРЭА
г. Москва, Россия*

WEBRTC И АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ВЕБ-ВИДЕОСВЯЗИ: ОБЗОР И СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

Веб-видеосвязь становится все более популярной в нашей жизни. Она используется для общения с друзьями и близкими, для проведения онлайн-конференций и вебинаров, для обучения и многих других целей. Наиболее мощным толчком к развитию данных технологий послужила эпидемия коронавируса, когда компании стремились перевести своих сотрудников на удаленную работу, при этом сохраняя живую коммуникацию между ними. Многие крупные ИТ-гиганты взялись за

разработку подобных сервисов для проведения веб-видеоконференций. Главным вопросом в сфере разработки таких сервисов является выбор подходящей технологии для реализации программного продукта. В данной статье будут рассмотрены наиболее популярные решения среди протоколов для реализации веб-видеосвязи.

Как известно, сложились две модели, которые описывают уровни протоколов – теоретическая модель OSI и практическая TCP/IP. В теоретической модели указываются семь различных уровней передачи данных, начиная с физического, заканчивая уровнями представления и приложения. В практической же модели TCP/IP всего четыре уровня. Работает это следующим образом: генерируется сообщение на уровне приложения (Application level), на транспортном уровне к нему добавляется заголовок TCP или UDP. Эти заголовки несут информацию о портах, используемых приложением, и другую информацию. Данный сегмент передается на межсетевой уровень (internet), где добавляется IP-заголовок, содержащий адреса компьютеров, участвующих в обмене данными. Далее, на канальном уровне также добавляются требуемые заголовки, и происходит передача кадров по сети.

В модели TCP/IP протоколами транспортного уровня являются TCP и UDP [1]. Первый протокол устанавливает соединение между конечными точками, используя метод тройного рукопожатия, и гарантирует доставку данных. В свою очередь, UDP работает без установки связи. Отправляющий данные узел может не знать, существует ли конечная точка, в сети ли она. Данный протокол используется для передачи данных в режиме реального времени, заметно сокращая задержку по сравнению с TCP. Именно поверх протокола UDP написаны технологии, обеспечивающие организацию видеосвязи по сети.

Одним из часто используемых протоколов является H.323. Если быть точнее, то H.323 - это набор других различных протоколов H-серии. В него входят аудио и видеокодеки, RTP/RTCP и протокол H.225, из работающих по UDP, и два протокола, работающих по TCP – H.245 и H.225.0, которые обеспечивают установление связи между конечными устройствами путем сигнализации [2]. Изначально этот стандарт, разработанный в 1996 году, предназначался для видеоконференций в LAN-сетях, но его быстро адаптировали под работу и в других типах IP сетей. Архитектура H.323 клиент-серверная. В нее входят такие элементы, как терминалы, обеспечивающие передачу видео и аудиоданных; шлюз, который присутствует для обеспечения связи с сетями других типов, как ISDN или мобильными 3G; и элемент GateKeeper, который регистрирует терминалы, управляет полосой

пропускания, транслирует адреса и аутентифицирует пользователей. Последний элемент – устройство управления конференциями. Это устройство является сервером, поддерживающим конференции между тремя и более терминалами. Он управляет ресурсами конференции. В итоге, благодаря своему устройству, технология H.323 обеспечивает наиболее стабильную и качественную видео-аудио связь.

Спустя некоторое время вышел стандарт SIP. Считалось, что данная технология полностью вытеснит H.323 [3]. Но этого не случилось. Протокол SIP гораздо проще в устройстве, чем H.323, почему он и стал нравиться разработчикам. Установка соединения происходит в одну транзакцию обмена SDP (Session description protocol). Технология, как и H.323, позволяет не только устанавливать аудио- и видеосвязь, но и обмениваться различными документами, сообщениями. Стандарт работает по принципу запрос-ответ и до обновления содержал всего 6 типов запросов, почему и считался простым. В эти запросы входит приглашение к сеансу связи, подтверждение ответа, завершение звонка, отмена приглашения, запрос на определение местоположение абонента в сети и запрос функционала сервера. Позже добавили уведомления о событиях, подписки на события, публикацию событий и мгновенные сообщения. На каждый запрос есть свой тип ответов. Работает по принципу кодирования ошибки трехзначным числом, как 404. В SIP заложены такие важные принципы, как независимость от транспортного уровня, что позволяет использовать UDP, TCP, ATM и другие протоколы, персональная мобильность пользователей (каждому пользователю присваивается уникальный идентификатор, что гарантирует перемещение по сети без ограничений), а также масштабируемость сети и расширяемость самого протокола.

Следующей технологией является WebRTC. Данный проект напрямую поддерживается компанией Google, что и дало резкий толчок к развитию технологии. Главная идея, заложенная в основу WebRTC, это установление соединения напрямую между браузерами без каких-либо других дополнительных плагинов, как это было с запрещенным из-за проблем с безопасностью Adobe Flash. Происходит это почти как в SIP. Клиенты также обмениваются SDP. WebRTC встроен практически во все современные браузеры и имеет три основные функции: захват, кодирование и отправка видео и аудио (или других данных), прием, декодирование и воспроизведение, преодоление NAT и Firewall [4].

Также в WebRTC приложениях часто используется такой элемент, как TURN-сервер. Этот сервер пропускает через себя видеопотоки, если

двустороннее соединение между клиентами не установлено по каким-либо причинам.

Помимо этого, при подключении третьего участника могут возникнуть проблемы, потому что теперь каждому из клиентов необходимо установить связь с другими двумя, вместо одного. Обычно, это увеличивает время установки соединения, а также снижает его стабильность. Решение этой проблемы – отдельный WebRTC сервер, который применяется еще для записи звонков и другого функционала. Помимо всего, в сети огромное количество решений для разработки WebRTC приложений, таких как Kurento Media Server и аналогичных проектов серверов для WebRTC приложений [5].

И главный вопрос: какую из технологий реализации веб-видеосвязи все-таки выбирать для своего проекта?

Основными критериями для выбора технологий под конкретный проект будут выступать параметры качества связи и сложности работы с технологией. Ниже приведена сравнительная таблица (таблица 1).

Таблица 1. Сравнительная таблица технологий

	H.323	SIP	WebRTC
Назначение	IP-телефония	IP-коммуникации	Real-Time коммуникация, IP-коммуникация
Архитектура	Peer-to-Peer	Peer-to-Peer	Peer-to-Peer
Сложность	Высокая сложность	Низкая сложность	Низкая сложность
Масштабируемость	Низкая	Высокая	Высокая
Использование	Установка доп. ПО	Установка доп. ПО	Не требует установки доп. ПО
Совместимость	Поддержка производителями оборудования и ПО	Поддержка производителями оборудования и ПО	Поддержка только в современных браузерах
Безопасность	Встроенные механизмы безопасности	Встроенные механизмы безопасности	Встроенные механизмы безопасности, менее развиты, чем у H.323 и SIP
Расход ресурсов	Высокий расход ресурсов	Высокий расход ресурсов	Небольшой расход ресурсов, за счет использования

			более простых алгоритмов
Расширяемость	Расширение функционала через добавление новых модулей	Расширение функционала через добавление новых модулей	Ограниченные возможности для расширения

Если сравнивать первые два решения, то особых отличий в качестве и стабильности соединения не найти. Однако реализация с использованием SIP гораздо проще благодаря понятным человеку запросам, почему и стала популярнее.

На рисунке 1 приведена статистика от компании Google по динамике популярности рассматриваемых решений. Рост популярности SIP прекратился в августе 2021 года, тогда как WebRTC стабильно держится на одном уровне.

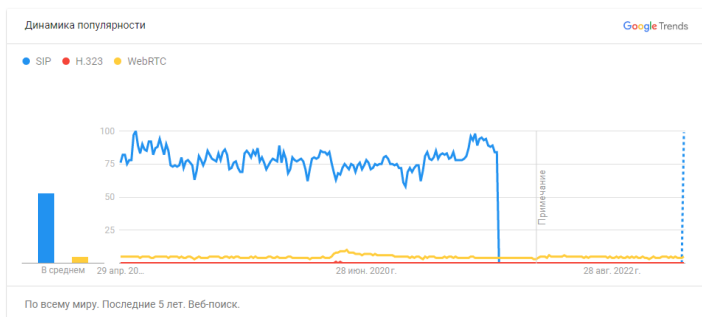


Рис.1. Статистика динамики популярности рассматриваемых технологий согласно Google [2].

При выборе между SIP\H.323 и WebRTC опираться нужно на конкретные требования к приложению. Если необходимо реализовать приложение с гарантированным хорошим качеством соединения, то выбор падает на первые два решения. Многие современные сервисы видеосвязи поддерживают обе технологии. В свою очередь, WebRTC позволит быстро реализовать кроссплатформенный видеочат с низкой задержкой благодаря тому, что он встроено практически во все современные браузеры и широко поддерживается сообществом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Нурмухаметов Д.Р. Сравнительное исследование между TCP и UDP туннелем с использованием OpenVPN // Научное сообщество

студентов: Междисциплинарные исследования: сб. ст. по мат. LXXVI междунар. студ. науч.-практ. конф. № 17(76). URL: [https://sibac.info/archive/meghdis/17\(76\).pdf](https://sibac.info/archive/meghdis/17(76).pdf) (дата обращения: 24.04.2023). – Текст: электронный.

2. Почему SIP лучше, чем H.323. – URL: <https://trueconf.ru/blog/reviews/pochemu-sip-luchshe-chem-h-323.html> /Дата обращения 24.04.2023). – Текст: электронный.

3. H.323 против SIP – 13 главных отличий. – URL: <https://ru.education-wiki.com/3456914-h.323-vs-sip> /Дата обращения 24.04.2023). – Текст: электронный.

4. WebRtc для всех и каждого: сайт. – URL: <https://habr.com/ru/company/timeweb/blog/656947/>Дата обращения 24.04.2023). – Текст: электронный.

5. Гильманов Р.Р. Обзор технологии передачи мультимедийных данных WebRTC // Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические науки: сб. ст. по мат. ХС междунар. студ. науч.-практ. конф. № 6(89). URL: [https://sibac.info/archive/technic/6\(89\).pdf](https://sibac.info/archive/technic/6(89).pdf) (дата обращения: 24.04.2023)

УДК 81.322.2

Граборова Е.В.

Научный руководитель: Катаева Е.С., ст. преп.

*Томский государственный университет систем управления
и радиоэлектроники, г. Томск, Россия*

ИССЛЕДОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К СПЕЦИАЛИСТАМ В ОБЛАСТИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ АЛГОРИТМОВ ОБРАБОТКИ ТЕКСТА

Рынок, на котором предлагаются работа и услуги специалистов в области информационных технологий, обычно характеризуется высокой спросом на квалифицированных специалистов в различных областях, таких как разработка программного обеспечения, сетевое администрирование, администрирование баз данных, системное администрирование и т. д.

IT-специалисты могут принадлежать к разным уровням зарплат, в зависимости от своих навыков, опыта работы, уровня образования и места работы. В среднем, IT-специалисты могут получать зарплаты в диапазоне от 50 000 до 100 000 рублей в месяц, но также могут получать и больше или меньше, в зависимости от факторов, упомянутых выше.

Для проведения исследования на основе открытых API одного из самых крупных сайтов по поиску работы и сотрудников в мире hh.ru [1] был собран массив из 1980 вакансий в России в сфере информационной безопасности. Исходный набор содержал 32 параметра вакансии:

- Наименование вакансии (открытой должности);
- Наименование отдела, в который требуется специалист;
- Информация о премиум подписке работодателя на hh.ru;
- Наличие статей о компании на hh.ru;
- Расположение;
- Заработная плата (нижний, верхний предел, валюта, до/после вычета налогов);
- Тип: открытое/анонимное;
- Адрес (город, улица, дом, индекс);
- Дата публикации вакансии;
- Состоит ли объявление в архиве;
- Компания работодатель;
- Требования;
- Контакты;
- Рабочее время;
- Наличие установки на принятие неполного резюме.

После проведения предварительной обработки, а именно приведения данных к нужному формату, определение наиболее значимых признаков для анализа и извлечения их от основного массива, ячеек с пустым значением осталось лишь 8% от суммы общего датасета.

Далее при помощи алгоритмов обработки текста был осуществлен анализ ключевого для исследования показателя «Требования». Для задачи обработки были использованы следующие методы: токенизация, векторизация и лемматизация.

Токенизация – это процесс разбиения текста на отдельные слова или токены. Токенизация может быть необходима для обработки текстовых данных, перед их анализом и использованием в моделях машинного обучения.

Токенизация может также включать удаление стоп-слов (часто используемых слов, которые не несут смысловой нагрузки, таких как "и", "в", "на" и т.д.), понижение регистров, удаление всех знаков пунктуации и пробелов.

Процесс преобразования текстовых данных в числовые векторы, которые могут быть использованы для анализа и обработки данных, называется векторизацией. Векторизация может включать такие методы, как подсчет частоты слов, TF-IDF и Word2Vec.

TF-IDF — это способ векторизации текста, отражающий важность слова в документе, а не только частоту его появления. Он означает «частота термина — обратная частота документа» и придает вес словам, которые в конечном счете являются более значимыми во всем корпусе слов, — словам, которые не появляются невероятно часто, а также словам, которые не являются чрезвычайно редкими [2].

Вид исходных и преобразованных данных отражен на рис. 1.

x	
	интернет
	«[requirement]: Высшее образование по направлению информационно-коммуникационных технологий. Опыт работы в сфере информационно-коммуникационных технологий от 1-го года.» ; [responsibility]: Выполнение функций администратора инф
	инфраструктуры Администрации. Конфигурирование, настройка и администрирование сетевого и коммуникационного об
	Организация мероприятий по обеспечению безопасности и антитеррористической защищенности объектов ТЭК-склада ГСН
	договоров с подрядными организациями на выполнение работ...»
	«[requirement]: Основных схем и трендов мошенничества. Умение анализировать и оценивать риски мошенничества на уровне
	продуктов и процессов финансовых организаций.» ; [responsibility]: Анализ информации на предмет наличия мошеннических
	отношений клиентов Банка. Оперативный доклад руководству о выявленных инцидентах, связанных с мошенничеством...»
	«[requirement]: Образование: Высшее профессиональное образование по направлению подготовки (специальности) в области
	информационной безопасности или иное высшее профессиональное (техническое) образование с дополнительным...» ; [res
	Обязанности: Выявление и анализ угроз безопасности информации в отношении Уможденное, уязвимостей информации
	«[requirement]: Понимание угроз информационной безопасности, современных методов атак и защиты. Владение распис
	программами и фреймворками для проведения тестирования на проникновение.» ; [responsibility]: Проведение тестов на т
	(Web-приложение, Мобильные приложения, ДБО) Анализ угроз и защищенности веб-приложений в инфраструктуре. Выяв
	«[requirement]: Эксперты Солара будут давать лабораторные работы и разбирать с вами реальные кейсы. Ответственный за
	обучение.» ; [responsibility]: Обучение включает 3 практических направления: мониторинг и анализ инцидентов кибербезоп
	техническая эксплуатация средств защиты информации, пенетст. Получи приглашение в чат...»
top_keywords	
	реальные.разбирать.подход.ответственный.лабораторные.давать.вами.будут.эксперты.солара
	профессиональное.иное.образование.подготовки.специальности.высшее.направление.техническое.область
	программами.тестирования.проникновение.владение.атак.угроз.методов.современных.проведения.защиты
	переподготовке.информационная.безопасность.двух.высшее.диплом.500.часов.специальности.направлению
	мошенничества.трендов.риски.организаций.финансовых.схем.анализировать.процессов.проектов.продуктов
	людьми.работоспособность.обучению.общаться.стрессоустойчивость.обязателен.внимательность.желание.
	базовые.объектами.большими.знания.ума.склад.работе.аналитический.способность.soft

Рис. 1 Вид данных, содержащих информацию о требованиях к кандидату на должность: *a* — до преобразования; *б* — после применения токенизации и векторизации

На данном этапе для проверки действия метода было проведено вычленение десяти самых часто встречающихся слов из токенов, которые получились на выходе. Среди них оказались токены, отражающие общую специфику набора данных:

- 'информационный', 545 повторений во всем наборе;
- 'год', 337 повторений во всем наборе;
- 'работа', 296 повторений во всем наборе;
- 'безопасность', 294 повторения во всем наборе;
- 'технический', 293 повторения во всем наборе;
- 'опыт', 280 повторений во всем наборе;
- 'знание', 276 повторений во всем наборе;
- 'высокий', 261 повторение во всем наборе;
- 'направление', 251 повторение во всем наборе;
- 'профессиональный', 235 повторений во всем наборе.

После была проведена лемматизация, процесс приведения слов к их базовой форме (лемме), что позволяет уменьшить размерность текстовых данных и улучшить качество анализа текста.

В работе была использована именно эта методика, потому что лемматизация более точна, чем стемминг, т.к. она учитывает контекст и грамматические правила языка. В отличие от стемминга, который просто обрезает окончания слов, лемматизация может изменять основу слова в зависимости от его части речи и времени. Это позволяет более точно определять смысл слова и уменьшает вероятность ошибок в анализе текста. Однако, лемматизация может быть более ресурсоемкой, чем стемминг, из-за необходимости использования словарей и грамматических правил.

Использован морфологическим анализатор для русского языка, написанный на языке Python и использующий словари из OpenCorpora [3]. В результате лемматизации был получен набор токенов содержащих основную информацию о вакансиях из области информационной безопасности (Рис. 2).

index	lemmas
0	Тпо,технологии,год,сфера,направление,работа,высокий,опыт,образование
1	word,тс,excel,уверенный,ли,менее,год,высокий,опыт,образование
2	мошенничество,тренд,риск,организация,финансовый,схема,анализировать,процесс,проект,продукт
3	профессиональный,иной,образование,подготовка,специальность,высокий,направление,технический,область,информационный
4	программа,тестирование,проникновение,владение,атака,угроза,метод,современный,проведение,защита
5	реальный,разбирать,подход,ответственный,лабораторный,давать,вы,быть,эксперт,солара
6	человек,работоспособность,обучение,общаться,стрессоустойчивость,обязательный,внимательность,желание,готовность,умение
7	переподготовка,информационный,безопасность,два,свыше,диплом,500,час,специальность,направление
8	good,experience,it,working,understanding,skills,systems,management,ids,years
9	базовый,объем,большой,знание,ум,слад,работа,аналитический,способность,sq
10	готовность,физический,транспортника,республика,редкий,предел,нечастый,нагрузка,карелия,измерительный
11	рука,значение,иметь,должный,законный,локальный,специальность,диплом,обязательно,сеть
12	фокусироваться,неоконченно,неоконченный,самостоятельность,результат,коммуникативный,инициативность,команда,хороший,работать,умение
13	специалист,офицер,отслужить,запас,годный,вс,военнообязанный,дисциплинированность,технический,число
14	вид,проху,нат,понимание,способ,dhcp,dns,модель,vpn,угроза
15	группа,5ти,направление,специальность,подготовка,образование,менев,информационный,безопасность,год
16	реальный,разбирать,подход,ответственный,лабораторный,давать,вы,быть,эксперт,солара
17	следующий,информационноаналитический,география,телекоммуникационный,безопасность,специальность,компьютерный,уверенный,система,пользователь

Рис. 2 Вид данных, содержащих информацию о требованиях к кандидату на должность, после применения лемматизации

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Поиск работы в России [Электронный ресурс]. — Режим доступа <https://hh.ru/?hhtmFrom=main&customDomain=1>
2. Инжиниринг признаков: извлечение признаков из текста [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://habr.com/ru/companies/otus/articles/681684/>
3. Руководство: Морфологический анализатор rumorphy2 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://pymorphy2.readthedocs.io/en/0.2/user/index.html>

Григорьевский А.Е., Ваулин В.И.,

*Научный руководитель: Сингеев С.А., канд. техн. наук, доц.
Филиал Самарского государственного технического университета,
г. Сызрань, Россия*

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ГАЗОПЕРЕРАБОТКИ

В современных условиях общественной жизнедеятельности главным условием безопасности его функционирования является энергетическая составляющая. Исторический анализ развития газопереработки Российского государства раскрывает научные подходы к вопросу глубины нефтегазопереработки, нового уровня развития региональной стабильности, определения новых решений технологического, а также социально-экономического благополучия общественного существования, это составляет актуальность темы исследования.

Газ природный — углеводородная смесь метана с различными газовыми примесями. В двадцатом веке газ природный становится источником полезных ископаемых как углеводородное сырье и как энергоноситель в крупнотоннажной химии для создания азотных удобрений и синтеза полимеров, а также источником углеводородного сырья для экспорта. Газ природный в условиях пласта находится в виде газообразного состояния в виде скоплений: залежей газа, в нефтегазовых месторождениях как газовая шапка, в нефти в растворённом состоянии. Природный газ в стандартных условиях встречается в газообразном состоянии [7].

Промышленная газодобыча и использование в России газ возникла в 1835 г. В данный период, широко использовался сухой метод перегонки угля в Санкт-Петербурге, появляется искусственный газ так называемый - светильный газ. В 60-х годах девятнадцатого века светильный газ стал применяться в Москве, которую к 1915 году стали газифицировать и использовать газ в 2700 квартирах. В Одессе и Харькове появились газовые заводы. Конечно дореволюционная Россия, в виду низкой индустриализации уступала в газификации и использовании от ведущих стран индустриальных стран Европы. Так в Великобритании уже в 1891 году на 594 заводах вырабатывался светильный газ для потребления. В России в данный период было всего 30 заводов, а также действовало 180 установок газогенераторных малой мощностью. Нефтедобыча показала наличие нефтяного газа, который сопровождалась добыча. Поэтому с 1880 года, когда добытчики

научились добывать газ при нефтедобычи, который начинают использовать в котельных основных мест добычи Баку и Грозном, как топливо. Для бытовых и нужд промышленности, нефтяной газ в России стал широко использоваться по мере развития переработки нефти, развития нефтяной промышленности.

В 20-е годы СССР известно было только пять месторождений газа: «Дагестанские озера», «Мельниково», «Мелитопольское», «Сухарское», «Ставропольское». На данных месторождениях добывалось 15 млн.м³, объем газа в них составлял 200 млн. м³.

В период 20 - 30-е годы поиск месторождений не проводился т.к. использование природного газа было мало востребовано. Однако в 1933 году был создан «Главгаз» и положение дел изменилось. В июле 1935 г. было открыто газовое месторождение "Седельское", первое в Коми АССР, которое вступило в строй в 1942 г. Были открыты в тридцатые годы в Азербайджане, Северном Кавказе, Средней Азии, Поволжье. Было открыто более 50 месторождений газа природного, что способствовало повысить добычу до 3,4 млрд. м³. В ходе военного времени 1943 году открыли месторождения газа "Войвожское" и "Нибельское", в Саратовской области "Елшанское", "Курдюмское" месторождения.

В послевоенные годы, новый импульс развития промышленности газа дали открытые новые месторождений. Были открыты газоместорождения на Украине, в Ставрополье и Краснодарском краях, в Тюменской области. В 1950 году в Ставрополье открываются газоместорождения "Ставропольско-Полагнадское", "Тахта-Кугульгинское", "Расшеватское". В 1954 г. на Украине открывается для добычи газоместорождения "Бильче-Валицкое", "Радковское" 1958 г., "Шебелинское". В сентябре 1953 года была открыта первая в Западной Сибири скважина Р-1. Расширение использование газа в промышленности позволило реализовать программу газификации городов и населенных пунктов в России. Увеличилась добыча газа до 500 – 600 млн. м³ в год. В конце 1955 года газодобыча возросла до 10, 4 млрд. м³. Новые открытия газоместорождений в 1955 году определили развитие газопромышленного производства и расширение поиска новых месторождений. В ходе расширившихся поисков на Украине, Северном Кавказе, в Узбекистане и Прикаспии в конце пятидесятых годов разведанные запасы газа возросли в 16 раз по сравнению с 1946 годом. В шестидесятые годы появились новые газоместорождения в Западной Сибири: "Пунгинское", "Заполярное", "Медвежье", "Уренгойское", "Вуктыльское" в Коми АССР. Новые поиски месторождений в Туркмении и Узбекистане открыли "Учкырское",

"Уртабулакское". Комплекс открытых газоместорождений создали тенденцию роста газодобычи, которая определилась ростом газа: 127 млрд. м³ в 1965 г., произошел рост в 1970 году - до 198 млрд. м³. Семидесятые годы позволили осваивать крупные газоместорождения в Западной Сибири, и определило основное направление деятельности промышленной газодобычи. Рост газодобычи определил тенденцию роста с 10 млрд.м. в 1965 года до 195, 7 млрд.м³ в 1981 году. 1980 году природного газа добыли в СССР 435,2 млрд. м³. С 1981 года ускоренное развитие газодобывающей отрасли благодаря открытию газоместорождений в Туркмении, Астраханской, Тюменской, Оренбургской областях привело к значительному росту добычи газа. С 1984 года СССР стал занимать главное 1 место по газодобыче в мире. Уже в 1985 году в СССР газодобыча составила 643 млрд. м³. В Западной Сибири доля добычи составила 376 млрд. м³, 270 млрд. м³ было добыто на Уренгое. Газодобыча в советском государстве достигла 815 млрд. м³ в 1990 год, где Российская Федерация добывала 640,5 млрд. м³. Сейчас Россия удовлетворяет свои потребности и основных мировых государств в газе, основываясь на газодобыче из своих ресурсов.

Обладая достаточно хорошо разведанными газодобывающими месторождениями, РФ, насчитывает 7 регионов газодобычи в которые входят: Северный, Северо-Кавказский, Поволжский, Уральский, Западно-Сибирский и Дальневосточный. Газозапасы по регионам распределены следующим образом: Европейский регион РФ имеет – 10,0%, Западно-Сибирский регион – 78,0 %, Восточно-Сибирский и Дальневосточный регионы - 4,0 %. В Европейской части РФ добыча газа осуществляется рядом предприятий: "Волго-Уральская НПП" в Оренбургской области, "Прикаспийская НПП" в Астраханской области, "Тимано-Печорская НПП" в Республике Коми. Основным предприятием по газодобыче в Западной Сибири является ЯНФО. На Волго-Уральском НПП, Оренбургском нефтегазоконденсатном месторождении (НГКМ), имеют основные газозапасы. В регионах Пермского края, Самарской области, Удмуртской Республике, Татарстана, Башкортстана – основу газодобычи составляет попутный нефтегаз. Объем газодобычи в год составляет 1,5 – 2 млрд. м³. в год. Газодобыча Оренбургским НГКМ в период 2002-2010 годов составляет 20 - 22 млрд. м³. в год.

Современная России имеют богатые разведанные запасы, которые составляют 47 трлн.м³. Они сконцентрированы в 770 газовых, газоконденсатных и газонефтяных месторождениях. Из них 338 имеют разведанные газозапасы 21,6 трлн.м³, а 73 месторождения готовы к промышленной добыче газа. Общие потенциальные ресурсы РФ

оцениваются в 236 трлн.м³, при 24,5 % степени разведанности территории государства. В 90-е годы, с распадом СССР, газодобыча в РФ сократилась: в 1991 г.- 643 млрд. м³, в 1993 г. 617, в 1995 г. 595, в 1997 г. 571. млрд. м³. соответственно. Внешние факторы мирового кризиса стали причиной низкой стоимости газа, промышленное падение производства, участвовавшие неплатежи привели к снижению эффективности газодобычи на ведущих газоместорождениях.

Созданная в 1993 ведущая компания по газодобычи, стала государственная корпорация РФ ОАО «Газпром», в которой сосредоточилось около 60% разведанных газозапасов, государственный пакет контрольных акции ОАО «Газпром» составил 40%. Конкуренцию на рынке газодобычи составили зарубежные компании «Сонатрак» (Алжир), «Газюни» (Нидерланды), «Статойл» (Норвегия) [10].

Анализ истории развития газопереработки позволяет проанализировать основные методы разведки, добычи, переработки, направления использования и переработки метана. Химический состав: Основную часть природного газа составляет метан (СН₄) — от 70 до 98%. В состав природного газа могут входить более тяжёлые углеводороды: этан (С₂Н₆), пропан (С₃Н₈), бутан (С₄Н₁₀), пентан (С₅Н₁₂). Природный газ содержит также другие вещества, не являющиеся углеводородами: водород (Н₂), сероводород (Н₂С), углекислый газ (СО₂) [1], азот (N₂) [1], гелий (He) и другие инертные газы [8].

Предшествующим добыче газа, является процесс геологоразведочных работ. Они позволяют точно определить объем и характер залегания месторождения. В настоящее время применяется несколько методов разведки.

Гравитационный метод – основан на определении массы горных пород. Газосодержащие слои имеют меньшую плотность. Имеет место в случаях, когда давление в нефтяном пласте снизилось до атмосферного, а имеющаяся в нем нефть не содержит растворенного газа. При этом режиме нефть стекает в скважину под действием силы тяжести и далее откачивается механизированным способом.

Магнитный метод – реализуется при определении магнитной проницаемости породы. Проведение аэромагнитной съемки позволяет получить картину залежей глубиной до 7 км.

Сейсмический метод – использует излучения, которые отражаются при прохождении сквозь недра. Измерительные приборы улавливают данное эхо. Геохимический метод – определяет состав подземных вод и определение в них содержания веществ, которые сопутствуют газоместорождениям.

Эффективным методом добычи, зарекомендовал себя метод бурения. Однако он требует изучения горной породы, поэтому возрастает его стоимость. В ходе разведки месторождения, оценки его возможностей по объему заложенного газа, начинается его разработка и процесс газодобычи. Производится бурение скважины на соответствующую глубину яруса заложения ископаемого для его добычи. Для выравнивания равномерности давления газа в скважине, ее бурение осуществляют телескопически или лесенкой. Далее скважину укрепляют обсадными трубами и цементируют. В целях выравнивания давления в скважине в процессе добычи, выполняют бурение нескольких скважин в разведанном месторождении. После этого газодобыча проводят естественным способом в зоне меньшего давления. Добытый газ имеет большое количество примесей, поэтому очередным этапом становится газоочистка. Это требует строительства производственных комплексов по очистке и переработке возле газоместорождений газодобыче. В процессе использования физико-энергетического способа переработки, при котором добытый газ сжимается и разделяется при высоких температурах на фракции. В ходе перехода газа от низких температур к высоким, газ очищается от примесей. В ходе газопереработки используются ряд методов и процессов. При использовании химических способов газопереработки реализуются два метода: паровой, углекислотной конвекции; парциального окисления. Химико-каталитический процессы газопереработки, связан с добычей синтезированного газа в ходе перехода метана. Парциальное окисление исключается дополнительные катализаторы, т.к. скорость химической реакции окисления достаточно большая. Это позволяет считать этот способ достаточно энергосберегающим. Термохимический способ переработки газа реализует воздействие низкой и высокой температуры, следовательно подразумевает разработку технологии и оборудования. Следует отметить, что при воздействии температур на газ образует новые соединения, такие как этилен, пропилен и т.д. Данный процесс переработки не простой т.к. происходит при высокой температуре нагрева до одиннадцати тысяч градусов, с одновременным увеличением до 3 атмосфер давления. Это требует разработки современного оборудования и технологий.

Натуральное сырье - водород, из которого возможно выделить аммиак, из которого создается кислота азотная, а также аммиак и анилин и др. компоненты. Разработка новых технологий позволят эффективнее синтезировать метан, для удвоения количества водорода, выделяемого при переработки газа природного [10].

Таким образом, анализ истории газопереработки позволяет вывод, что газ весомый энергетический запасов России, который прошел исторический путьПроведенный анализ реализует работу по поиску новых технологических решений газопереработки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Арутюнов В.С. Роль газохимии в инновационном развитии России. Интернет-ресурс: НП «Новые исследования и технологии». 22.12.2009 г.; http://npniit.ru/load/vs_arutjunov_rol_gazokhimii_v_innovacionnom_razvitii_rossii/1-1-0-7. Appeal: 3.04.2022 (in Russian)
2. Важенин Ю.И. Ставка на переработку. // «Нефтегазовая вертикаль», № 6, 2013, с. 29. Appeal: 3.04.2022 (in Russian)
3. Dmitrievskij A.N., Vysockij V.I. Slancevyj gaz — nowyj vector razvitija mirovogo rynka uglevodorod-nogo syrija // Vestnik ONZ RAN. — 2010. — Т. 2. — S. 1—7. Appeal: 03.04.2022 (in Russian)
4. Kiryukhin L.G., Khakimov M.Yu. Sovremennye tendention razvitija neftegasovogo kompleksa mira // Vestnik Rossijskogo Universiteta drugby narodov. — 2010. — N 10. — S. 107—111.] Appeal: 03.04.2022 (in Russian)
5. Плотников В. С., «Стройтрансгаз». Доклад на тему: «Разработка и применение государственной программы по стимулированию использования газомоторного топлива». Международная конференция компании Creon Energy «СПГ и КПП 2012». Москва, 18 декабря 2012 г. <http://www.creonenergy.ru/consulting/detailConf.php?ID=99911>. Appeal: 03.04.2022 (in Russian)
6. Фейгин В.И. (координатор), Брагинский О.Б., Заболотский С. А. и др. Исследование состояния и перспектив направлений переработки нефти и газа, нефте- и газохимии в РФ. Доклад ИНСОР. - М: Эконинформ, 2011. - С.60. Appeal: 03.04.2022 (in Russian)
7. <http://www.creonenergy.ru/consulting/detailConf.php?ID=99911>. Appeal: 03.04.2022 (in Russian)
8. Природный газ. https://ru.wikipedia.org/wiki/Природный_газ Appeal: 03.04.2022 (in Russian)
9. Добыча природного газа <https://promzn.ru/gazovaya-promyshlennost/dobycha-prirodnogo-gaza.html> Appeal: 3.04.2022 (in Russian)
10. Транспортировка сжиженного природного газа (СПГ) морскими танкерами-газовозами. Загрузка и регазификация.

<https://promzn.ru/gazovaya-promyshlennost/pererabotka-gaza.html#i-5>
Appeal: 3.04.2022 (in Russian)

11. Нефтегаз принес России сверхприбыли в 2021 году. Что ждать от 2022-го Подробнее на РБК: http://1tmn.ru/greater_tumen/kak-rossija-stanovilas-neftegazovoj-derzhavoj-4159677.html#:~:text=A%20годом%20рождения%20газовой%20промышленности,недооценкой%20роли%20природного%20горючего%20газа
Appeal: 3.04.2022 (in Russian)

УДК 536.7

Губенко М.В., Саввин Н.Ю.

*Научный руководитель: Булгаков С.Б., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Современная физика является многопрофильной наукой, которая охватывает чрезвычайно большое количество различных по содержанию научных направлений, представляющих фундамент естественных и технических дисциплин.

Курс лекций по дисциплине «Физика» содержит самые важные темы, касающиеся лишь только этого предмета, для познания. Например, начиная изучать основные понятия, определения, законы термодинамики, основы теории теплообмена, методы исследования термодинамических процессов и многие другие темы. Каждые учащиеся, да и в принципе студенты сталкивались с этой темой в школе, институте или в университете, когда изучали такие дисциплины как «Физика», «Теплофизика», «Механика» и другие. Вообще зарождение термодинамики как науки связано с именем Г. Галилея (1564-1642), который ввёл понятие температуры и сконструировал первый прибор, реагирующий на изменения температуры окружающей среды – термоскоп (1597). После этого практически каждый год разные, великие ученые вносили свой вклад, тем самым развивая термодинамику. Самым первым кто ввёл графическое представление термодинамических процессов и развил метод бесконечно малых циклов в 1834 году был ученый Б. Клапейрон (1799-1864). Что же вообще из себя представляет термодинамический процесс? Это процесс, при котором изменяется термодинамическое состояние системы. Изменение в системе определяется переходом от начального к

конечному состоянию термодинамического равновесия. Первый закон термодинамики устанавливает взаимосвязь между количеством теплоты, внутренней энергией и работой. При этом, количество теплоты, подводимое к телу или отводимое от тела, зависит только от характера процесса. К основным термодинамическим процессам относятся: изохорный, изотермический, изобарный и адиабатный.

Для всех этих процессов устанавливается общий метод исследования, который заключается в следующем:

- выводится уравнение процесса кривой Pv и TS - диаграммах;
- устанавливается зависимость между основными параметрами рабочего тела в начале и конце процесса;
- определяется изменение внутренней энергии по формуле, справедливой для всех процессов идеального газа:

$$\Delta u = c_{cv}|0^{t_2} \cdot t_2 - c_{cv}|0^{t_1} \cdot t_1 \quad (1)$$

Теперь рассмотрим каждый процесс отдельно.

1) Изохорный процесс протекает при постоянном объёме.

Уравнение состояния процесса:

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{T_2}{T_1} \quad (2)$$

График данного процесса выглядит следующим образом:

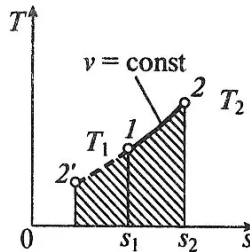


Рис. 1 Изобарный процесс

2) Изобарный процесс протекает при постоянном давлении.

Уравнение состояния процесса:

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1}$$

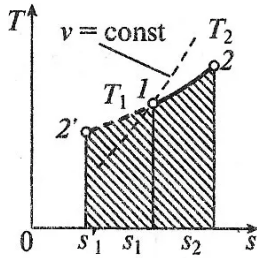


Рис. 2 Изобарный процесс

3) Изотермический, происходящий при постоянной температуре;
Уравнение состояния процесса:

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{v_2}{v_1} \quad (3)$$

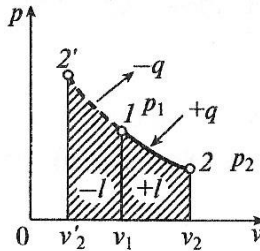


Рис. 3 Изотермический процесс

4) Адиабатный процесс, при котором теплообмен с окружающей средой отсутствует; Уравнение состояния процесса:

$$pV^\lambda = const \quad (4)$$

где $\lambda = \frac{c_p}{c_v}$ - показатель адиабаты.

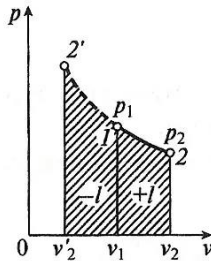


Рис. 4 Адиабатный процесс

В заключении хотелось бы сказать, что моя данная тема научной работы очень актуальна и на сегодняшний день. Пусть даже

термодинамические процессы являются составной частью термодинамики, но все-таки они играют главную роль.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кушев, Л. А. Компьютерное моделирование движения теплоносителя в гофрированном канале пластинчатого теплообменника / Л. А. Кушев, В. Н. Мелькумов, Н. Ю. Саввин // Научный журнал строительства и архитектуры. – 2020. – № 4(60). – С. 51-58.
2. Саввин, Н. Ю. С13 Теплотехника: курс лекций: учебное пособие / Н. Ю. Саввин. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2023. – 161 с.
3. Zhilin E.V., Prasol D.A., Savvin N.Y. Optimization of the structure of filter-compensating devices in networks with powerful non-linear power consumers based on fuzzy logic // International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE). - 2022. - No 12(6). - P. 5730-5737.
4. Моделирование движения теплоносителя в трубчатых радиаторах отопления / Л. А. Кушев, В. Н. Мелькумов, Н. Ю. Саввин, В. В. Чуйко // Научный журнал строительства и архитектуры. – 2022. – № 4(68). – С. 40-49.
5. Интенсифицированный пластинчатый теплообменный аппарат в системах теплоснабжения ЖКХ РФ / Л. А. Кушев, В. А. Уваров, Н. Ю. Саввин, С. В. Чуйкин // Научный журнал строительства и архитектуры. – 2021. – № 2(62). – С. 60-69.

УДК 66.011

Долгова А.Н., Дударовская О.Г.

Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, Россия

ТЕПЛОМАССОБМЕННОЕ КОНТАКТНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ АППАРАТОВ ОЧИСТКИ И ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

Одной из приоритетных задач российской экономики является увеличение доли отечественной продукции во многих отраслях промышленности, в частности для аппаратов очистки и глубокой переработки углеводородного сырья на предприятиях топливно-энергетического комплекса.

Аппараты, применяемые для очистки и глубокой переработки углеводородного сырья представляют собой преимущественно вертикальные колонные сооружения, в которых протекают процессы абсорбции или ректификации. Для повышения контакта жидкой и

газовой (паровой) фаз внутри колонны заполнены контактными устройствами. Контактные устройства классифицируются на два типа: насадочные и тарельчатые. На рисунке 1 показаны примеры наиболее распространенных контактных устройств колонных аппаратов, где 1-3 контактные устройства насадочного типа, а 4 – тарельчатого. Насадочные контактные устройства в свою очередь делятся по способу загрузки на регулярные и загруженные внавал [1-2].



Рис.1 Контактные тепломассообменные устройства:
1 – кольца Рашига; 2 – седла Инталокс; 3 – кольца Палля; 4 – ситчатая тарелка

Для повышения эффективности контакта фаз и интенсификации процессов тепло- и массообмена за счет равномерного распределения межфазной поверхности по всему объему тепломассообменного аппарата колонного типа, разработано новое тепломассообменное контактное устройство насадочного типа.

Для ведения технологического процесса, предварительно определенный объем аппарата заполняют хаотично (внавал) новыми контактными устройствами. При определенной температуре и давлении с верха аппарата подается жидкость, а снизу вверх поднимается газовая (паровая) фаза. При этом на элементах контактного устройства образуется стекающая вниз пленка жидкости, на поверхности которой происходит тепломасообмен. Новое контактное устройство насадочного типа имеет эквивалентный диаметр 11 мм, свободный объем 0,928 м³/м³, удельную поверхность 332 м²/м³.

Экспериментальным путем для нового контактного устройства получено выражение (1) зависимости удельного сопротивления сухой насадки от фиктивной скорости газа.

$$\frac{\Delta P_{\text{сух}}}{H} = 0,981 * W_0^{1,76} \quad (1)$$

где $\Delta P_{\text{сух}}$ – перепад давления сухой насадки, Па; W_0 – фиктивная скорость газа, м/с; H – высота насадочного слоя, м.

Гидравлическое сопротивление новой орошаемой насадки может быть определено по выражению (2).

$$\frac{\Delta P_{op}}{\Delta P_{cix}} = A * q^c * W_0^d. \quad (2)$$

где $\Delta P_{\text{сух}}$ – перепад давления сухой насадки, Па; q – плотность орошения, $\sim \text{м}^3/(\text{м}^2 * \text{ч})$. Для новой насадки значения коэффициентов составляют: $A=0,39$; $c=0,01$; $d=0,1$.

Диапазон отклонения расчётных и экспериментальных данных в выражениях 1 и 2 составляет от 1,48% до 8,87%.

Таким образом, использование новой насадки позволит достичь высокой скорости движения газовой (паровой) фазы без излишнего захвата жидкости газами (парами), смачивая при этом поверхность контактного устройства и равномерно распределяя жидкость по всему объему теплообменного аппарата колонного типа. Геометрия насадки способствует перетеканию пленки с одних элементов на другие, что приводит к частому обновлению межфазной поверхности, предотвращает каплеобразование и капельный унос жидкости газовым (паровым) потоком, значительно интенсифицируя, тем самым, теплообмен между газовой (паровой) и жидкой фазами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Долгова, А.Н. Влияние геометрических характеристик контактных устройств на эффективность гидродинамических режимов колонного аппарата / А.Н. Долгова, И.З. Шайхутдинов, И.И. Гайнуллин, Р.В. Зиятдинов, Б.А. Аминов // Материалы X школы-семинара молодых ученых и специалистов академика РАН В.Е. Алемасова «Проблемы теплообмена и гидродинамики в энергомашиностроении». - Казань, 2016. - С. 310-312.

2. Дударовская, О.Г. Тепловая эффективность маслоохладителя с насадками / О.Г. Дударовская, Ю.Ю. Вассунова, А.Н. Долгова // Сборник научных статей V международной научной конференции в 2-х частях: Приоритетные направления инновационной деятельности в промышленности. - Казань, 2021. - С. 236-238.

Ерохина Е.Ю., Пухов И.Е.

*Научный руководитель: Смоляго Н.А., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ В РАМАХ ОТ СИЛОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Рассмотрим методику определения перемещений в рамах от силового воздействия. Необходимо найти горизонтальное перемещение точек m и n в заданной раме (рис. 1).

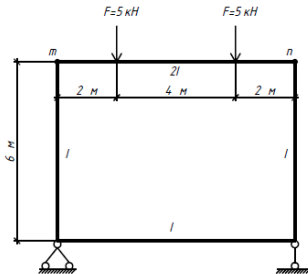


Рис. 1 Заданная рама

Для нахождения перемещений необходимо подобрать основную систему, которая будет представлять собой статически определимую и геометрически неизменяемую раму [1].

В заданной раме имеется замкнутый контур, который необходимо разорвать, а в точку разрыва приложить неизвестные усилия X_1 , X_2 и X_3 . В результате этого мы получаем основную систему (рис.2):

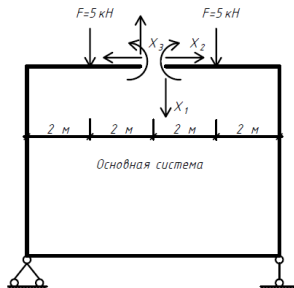


Рис. 2 Основная система

Неизвестные усилия X_1 , X_2 и X_3 определяются из канонических уравнений, которые выражают условия равенства нулю перемещений точек приложения неизвестных усилий по направлению их действия.

На основании принципа независимости действия сил, перемещение любой точки равно сумме перемещений от действия каждой силы в отдельности [1]. Из этого и вытекают канонические уравнения метода сил для данной системы (1):

$$\begin{cases} \delta_{11} * X_1 + \delta_{12} * X_2 + \delta_{13} * X_3 + \Delta_{1F} = 0 \\ \delta_{21} * X_1 + \delta_{22} * X_2 + \delta_{23} * X_3 + \Delta_{2F} = 0 \\ \delta_{31} * X_1 + \delta_{32} * X_2 + \delta_{33} * X_3 + \Delta_{3F} = 0 \end{cases} \quad (1)$$

где $\delta_{11}, \delta_{12}, \delta_{13}, \delta_{21}, \delta_{22}, \delta_{23}, \delta_{31}, \delta_{32}, \delta_{33}$ – единичные коэффициенты; $\Delta_{1F}, \Delta_{2F}, \Delta_{3F}$ – грузовые коэффициенты.

Для вычисления коэффициентов и свободных членов канонических уравнений метода сил воспользуемся интегралами Мора (2), (3) [2]:

$$\delta_{ik} = \int \frac{\bar{M}_i * \bar{M}_k}{EI} dx \quad (2)$$

$$\Delta_{iF} = \int \frac{\bar{M}_i * M_F}{EI} dx \quad (3)$$

где \bar{M}_i и \bar{M}_k – выражение изгибающих моментов от единичных воздействий в основной системе.

Построим единичные и грузовую эпюры (рис.3):

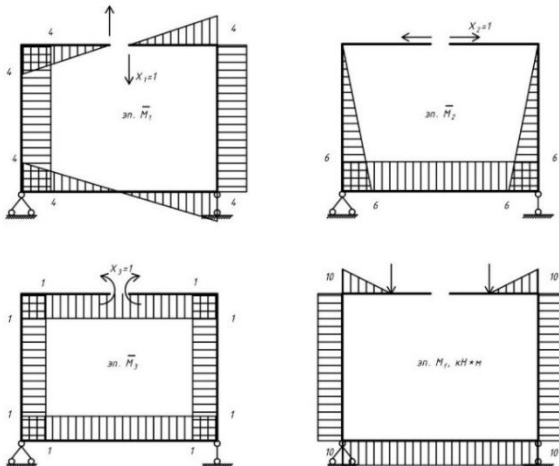


Рис. 3 Единичные и грузовая эпюры

Для дальнейшего решения воспользуемся правилом Верещагина и определим коэффициенты уравнения и свободные члены (4):

$$\delta_{11} = \frac{1}{2EI} \left[\frac{1}{2} * 4 * 4 * \frac{2}{3} * 4 * 2 \right] + \frac{1}{EI} \left[\frac{1}{2} * 4 * 4 * \frac{2}{3} * 4 * 2 \right] = \frac{256}{EI} \quad (4)$$

Таким же образом определили все необходимые коэффициенты. Подставим их в уравнение (1) и получим (5):

$$\begin{cases} \frac{256}{EI} * x_1 + 0 * x_2 + 0 * x_3 + 0 = 0 \\ 0 * x_1 + \frac{432}{EI} * x_2 + \frac{84}{EI} * x_3 - \frac{840}{EI} = 0 \\ 0 * x_1 + \frac{84}{EI} * x_2 + \frac{24}{EI} * x_3 - \frac{210}{EI} = 0 \end{cases} \quad (5)$$

Решив данное уравнение, получим значения усилий $X_1 = 0$; $X_2 = 0,76EI$; $X_3 = 6,09EI$.

Для проверки правильности вычисления коэффициентов и свободных членов канонических уравнений строится суммарная единичная эпюра (рис.4):

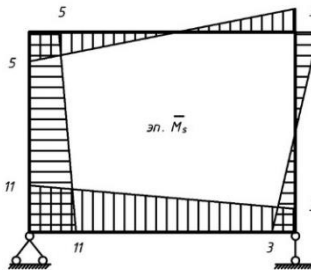


Рис.4 Единичная суммарная эпюра

На основании этой эпюры проводится универсальная проверка, которую можно записать в виде формулы (6):

$$\delta_{ss} = \int \frac{\overline{M}_s^2}{EI} ds = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^n \delta_{ik} \quad (6)$$

Ординаты окончательной эпюры изгибающих моментов можно получить как алгебраическую сумму ординат исправленных эпюр с грузовой (7), которая представлена на рис. 5 [3]:

$$M = \overline{M}_1 * x_1 + \overline{M}_2 * x_2 + \overline{M}_3 * x_3 + M_F \quad (7)$$

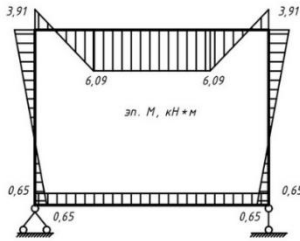


Рис. 5 Эпюра изгибающих моментов

Для проверки окончательной эпюры моментов проводится деформационная проверка, которая позволяет убедиться в том, что перемещение в точке разрыва равно нулю (8) [4]:

$$\Delta = \int \frac{\bar{M}_1 * M}{EI} ds \quad (8)$$

В нашем случае получаем (9):

$$\Delta = \frac{1}{EI} \left[\frac{1}{2} * 6 * 0,65 * \frac{2}{3} * 6 * 2 - \frac{1}{2} * 6 * 3,91 * \frac{1}{2} * 6 * 2 + 6 * 8 * 0,65 \right] = 46,8 - 46,92 = 0; \Delta = 0,26\% \quad (9)$$

Затем необходимо построить эпюру моментов \bar{M}_{mn} от единичных сил, приложенных в точках m и n в основной системе (рис. 6) [5].

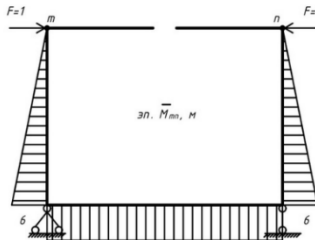


Рис. 6 Эпюра единичных сил \bar{M}_{mn}

Искомое перемещение (11) получим, используя формулу (10):

$$\Delta_{mn} = \int \frac{\bar{M}_{mn} * M}{EI} dx \quad (10)$$

$$\Delta_{mn} = \frac{1}{EI} \left[\frac{1}{2} * 6 * 6 * \left(\frac{1}{3} * 3,91 - \frac{2}{3} * 0,65 \right) * 2 - 6 * 8 * 0,65 \right] = \frac{0,12}{EI} \quad (11)$$

Полученное перемещение оказалось положительным, что говорит о том, что точки m и n под действием внешних сил сближаются.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Деркач В.Ф., Давидов И.В. Сборник задач и упражнений по строительной механике стержневых систем. // Харьков: Изд-во Харьковского университета. – 1960. - 504с.
2. Александров А.В., Лащеников Б.Я., Шапошников Н.Н. Строительная механика. Тонкостенные пространственные системы. // М.: Стройиздат. - 1983. - 488с.
3. Анохин Н.Н. Строительная механика в примерах и задачах. Часть2. Статически неопределимые системы. // М.: АСВ. - 2007. - 464с.
4. Смоляго Г.А., Смоляго Н.А., Фролов Н.В., Ищук Я.Л. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. «Программа для расчета однопролетной балки переменной жесткости». № 2019619649. 22.07.2019.
5. Юрьев А.Г., Смоляго Н.А., Яковлев О.А. Перемещения в стержневых системах за пределом упругости. // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. – 2022. - № 3. - С.25-31.

УДК 543

Иваненко Д.А., Булгакова А.А.

Научный руководитель: Полуэктова В.А., д-р техн. наук, проф.

*Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ГИДРОГЕЛИ. ИХ ОСОБЕННОСТИ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

В последнее время в современном мире с развитием новых технологий в области химической промышленности особое место занимают материалы, которые находят практическое применение в разнообразных сферах деятельности человека. Примером такого материала могут служить гидрофильные гели или гидрогели, которые представляют двухфазные системы.

Они включают в себя два компонента: первый из которых – жидкость, которая заполняет пустоту каркаса, в большинстве случаев используется вода, а второй – полимерный материал. Основным компонентом гидрогелей принято считать воду, так как процентное

содержание воды составляет более 90% от всего объема гидрогеля. Ее предназначение заключается в том, что при взаимодействии с тканями или клетками она контролирует попадание питательных веществ и обеспечивает влажную среду [1]. Высушенные гели же набухают в воде, заметно увеличиваясь в размере, в сравнении с начальным объемом материалом. Зависит количество поглощаемой воды от взаимодействия между молекулами воды и полимерных цепей, а также от температуры. Именно это свойство и придает уникальности гидрогелям и дает возможность использовать их во многих сферах. Полимерный компонент является высокомолекулярным соединением и образует неразрывную трехмерную макромолекулярную сетку. Именно такая структура и дает преимущество гидрогелям в процессе адсорбции (избирательное поглощение какого-либо вещества всей поверхностью твердого тела или абсорбция – поверхностным слоем жидкости) воды, других жидкостей и растворов по отношению к остальным материалам [2]. В повседневной жизни это свойство можно наблюдать в обувных стельках, детских подгузниках, а также медицинские хирургические салфетки. Таким образом, адсорбционные свойства и определяют область применения полимерных гелей. Определяющими факторами для их использования служат природа конкретного полимерного материала и свойства растворителя.

В зависимости от состава гидрогели подразделяют на несколько классов: в состав которых входит полиакриламид, полиэтиленоксид, гидроксиэтил-метакрилат, а также гидрогели, сшитые полимеры крахмал-акриловая кислота [3]. При чем первые гидрогели, изготавливаемые из полиакриламида, получили наибольшее распространение, так как именно его принято считать наиболее безопасным как для окружающей среды, так и для жизнедеятельности человека. Учеными установлено [2], что после длительного использования материал полностью деполимеризуется посредством естественных процессов разложения углекислого газа, воды, солей аммония. Кроме того, к основным достоинствам гидрогелей из полиакриламида можно отнести и то, что полимер быстро восстанавливает свои свойства, несмотря на заморозки, высыхание и другие природные явления. А для защиты от плесневых грибов применяют фунгицидные добавки. Их наносят на поверхность материала или изделия. Множество из современных фунгицидов ухудшают его физико-механические свойства [5]. Однако, несмотря на все преимущества перед остальными составами, все же нельзя считать его абсолютно безопасным и экологически чистым. Ряд проведенных исследований доказывают раздражающее воздействие на слизистую

глаз, кожи, а также раздражение пищевода и дыхательных путей при длительном контакте [1].

Полимерные гидрогели обладают уникальными физико-химическими характеристиками [3]. К ним относятся температура гелеобразования, скорость замораживания, состав раствора, степень и тип сшивки, криоконцентрация. Последний параметр увеличивает скорость желатинизации, поэтому криотропное гелеобразование при оптимальных условиях является более эффективным [4]. Такой фактор как температура определяет скорость кристаллизации. Если же температура низкая, то кристаллизация растворителя идет быстрее, что приводит к возрастанию роста количества молекул мелких кристаллов растворителя. Путь образования гидрогелей характеризуется сшивкой. Она может подразделяться на химическую и физическую. Их различие состоит в присутствии или отсутствии сшивающих агентов.

Сфера применения гидрогелей с каждым годом набирает все большую популярность. Например, они активно используются в работах по гидроизоляции. Их целью является защита от проникновения воды в конструкции, а также ограждение от разрушающего воздействия влаги или иной жидкости, попадание которой способно причинить вред, ослабить или разрушить материал и, как следствие, всю конструкцию. В основном это актуально в местности, характеризующейся повышенным содержанием влаги, и связано с климатическими явлениями или сезонной влагой. Кроме того, применение гидрогелей в строительстве не ограничивается только гидроизоляцией, применяют также структурообразователи грунтов, например, в дорожном строительстве. Обезвоживающие реагенты для асбестоцемена, регуляторы, обеспечивающие схватывание цемента, добавки для строительных плит, улучшающие их прочность, регуляторы вязкости и диспергаторы пигментов – все перечисленные компоненты используются в строительстве для улучшения, снижения или закрепления свойств материалов.

Однако строительство не единственная область широкого применения данного компонента. Активно используют структурообразователи почв для укрепления стенок скважин при добыче нефти; коагулянты, применяемые для очистки сточных вод; обезвоживающие реагенты для осадков, которые задействованы при обработке воды [1]. Добыча и обработка полезных ископаемых требует использование гидрогелей в качестве регуляторов, используемых при обогащении и регенерации таких ископаемых как золото, уран, алюминий, железо и каменный уголь.

Таким образом, полимерные гидрогели открывают новые возможности при использовании их в повседневной жизни человека, что обуславливает большой научный интерес к данному материалу и способствует появлению новых технических решений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Иванов Ю.В., Иванов О.Ю. «Учебные исследования физических свойств гидрогеля // Проблемы учебного физического эксперимента». Сборник научных трудов. Вып. 27. – М.: ИСРО РАО, 2017. – С.75–76.
2. Ширинов Ш.Д., Джалилов А.Т. Исследование кинетики набухания синтезированных гидрогелей на основе гидролизованного полиакрилонитрила // Universum: Химия и биология – Электрон.научн.журн. 2018. №3 - С. 45
3. Филиппова О.Е. // Высокмолекулярные соединения, серия С.2000. Т. 42. №12 – С.2328-2352
4. С. А. Дубровский, М. В. Афанасьева, М. А. Лагутина, К. С. Казанский. Измерение набухания слабосшитых гидрогелей // ВМС. Серия А. 1990. №1. – С. 166-167. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/izmerenie-nabuhaniya-slabosshityh-gidrogeley> (дата обращения: 24.04.2023).
5. Денисова Ю.В., Полуэктова В.А., Строкова В.В. «Фунгицидные свойства оксифенольных модификаторов» // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. Том 1 №8, 2016. – С. 13

УДК 004.438

Инешина В.П.

*Научный руководитель: Курочкин С.В., канд. техн. наук, доц.
Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых,
г. Владимир, Россия*

КЛЕТОЧНЫЕ АВТОМАТЫ И ИХ РЕАЛИЗАЦИЯ НА ЯЗЫКЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ C#

Клеточные автоматы — это математические модели, которые описывают эволюцию системы, состоящей из множества простых элементов, называемых клетками. Одним из самых известных клеточных автоматов является игра "Жизнь", которая была придумана английским математиком Джоном Конвеем в 1970 году.

Игра "Жизнь" происходит на бесконечной двумерной сетке клеток. Каждая клетка может находиться в одном из двух состояний: живом или мертвом. Состояние каждой клетки зависит от состояния ее соседей. Если у живой клетки есть две или три живые соседки, то она продолжает жить в следующем поколении. Если у живой клетки меньше двух или больше трех живых соседей, то она умирает от одиночества или перенаселения. Если у мертвой клетки ровно три живые соседки, то она возрождается в следующем поколении.

Для реализации игры «Жизнь» будем использовать:

- IDE Microsoft Visual Studio;
- Платформа пользовательского интерфейса Windows Forms .NET.

Интерфейс нашей будущей игры будет содержать экран для отрисовки самой игры (pictureBox) и блок, содержащий функции для ее настройки. В блоке управления игрой находятся кнопки (button) запуска и остановки игры, а также поля для ввода (numericUpDown) плотности создаваемых живых клеток (мин.знач. – 2, макс.знач. – 40, знач. по умолчанию – 15) и разрешения (мин.знач. – 2, макс.знач. – 100, знач. по умолчанию – 10).

В конструкторе формы выберем все необходимые элементы и расположим следующим образом (рисунок 1). Также следует добавить элемент timer, он будет отвечать за отрисовку смены поколений. Временной интервал зададим равный 40мс. Далее кликаем дважды по кнопкам старта и остановки игры, а также по таймеру, тем самым создав методы по обработке событий клика и тика соответственно. Для отрисовки графики будем использовать библиотеку Drawing.

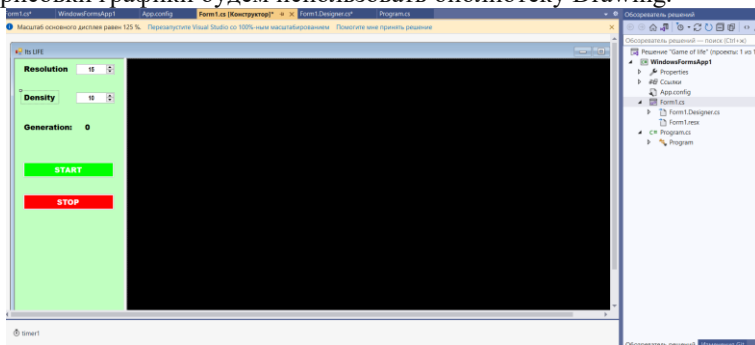


Рис. 1. Интерфейс игры

Для начала проинициализируем необходимые дальше переменные, доступ к которым должны иметь все методы нашей игры (см. рис. 2).

```

private Graphics graphics;
private int resolution; //разрешение
private bool[,] field; //поле
private int colls; //колонки
private int rows; //строки

```

Рис. 2. Инициализация переменных

Создадим метод начала игры. В данном методе будет происходить случайная генерация поля с «живыми» клетками исходя из заданной пользователем плотности и разрешения, а также будут сделаны недоступными после старта игры поля ввода плотности и разрешения. Стоит также осуществлять проверку на то является ли игра уже запущенной и, если она таковой не является осуществлять выше написанное и запускать таймер (см. рис. 3).

```

private void StartGame()
{
    if (timer1.Enabled) //блокируем кнопку start после начала игры
        return;
    numRes.Enabled = false; //делаем поле недоступным для редактирования после старта игры
    numDens.Enabled = false; //делаем поле недоступным для редактирования после старта игры
    genCount = 0; // обнуляем счетчик поколений
    label14.Text = Convert.ToString(genCount); //выводим на экран кол-во поколений

    resolution = (int)numRes.Value; //получаем заданное пользователем разрешение

    colls = pictureBox1.Width / resolution; //высчитываем кол-во колонок сетки
    rows = pictureBox1.Height / resolution; //высчитываем кол-во рядов сетки
    field = new bool[colls, rows]; // создаем 2-мерный массив сетки
    Random rand = new Random();
    for (int x = 0; x < colls; x++)
    {
        for (int y = 0; y < rows; y++)
        {
            field[x, y] = rand.Next((int)numDens.Value) == 0; //заполняем field "живыми" клетками
        }
    }
    pictureBox1.Image = new Bitmap(pictureBox1.Width, pictureBox1.Height); //создаем поле/изображение
    graphics = Graphics.FromImage(pictureBox1.Image); //создаем новый объект Graphics из указанного объекта pictureBox1
    timer1.Start(); //запускаем таймер
}

```

Рис. 3. Метод начала игры

Данный метод будет срабатывать при нажатии на кнопку старта игры, поэтому следует вызвать его в соответствующем обработчике (см. рис. 4).

Далее реализуем метод остановки игры. Он достаточно прост, в нем осуществляется проверка не остановлена ли уже игра и, если нет таймер следует остановить и сделать активными поля ввода плотности и разрешения (см. рис. 5). И т.к. данный метод должен сработать по щелчку на кнопку остановки игры вызовем его в соответствующем обработчике (см. рис. 6).

```

private void bStart_Click(object sender, EventArgs e)
{
    StartGame();
}

```

Рис. 4. Обработчик клика на кнопку старта

```

private void StopGame()
{
    if (!timer1.Enabled) //проверяем игру на остановку
        return;
    timer1.Stop(); //остановка таймера
    numRes.Enabled = true; //делаем активным поле resolution
    numDens.Enabled = true; //делаем активным поле density
}

```

Рис. 5. Метод окончания игры

```

private void bStop_Click(object sender, EventArgs e)
{
    StopGame();
}

```

Рис. 6. Обработчик клика на кнопку окончания игры

Далее необходим метод, который будет создавать следующее поколение клеток на основании предыдущего, но для этого нужно реализовать еще один метод – метод подсчета количества соседей клетки. Данный метод при помощи двух вложенных циклов перебирает все клетки соседние с данной и ее в том числе. Для того чтобы не принимать в учет текущую клетку будем осуществлять на это проверку. Также для того, чтобы координаты соседних точек не выходили за поле игры, следует сделать поле замкнутым и рассчитывать координаты следующим образом (см. рис. 7 строки 85, 86).

Метод «Создания поколений» будет заниматься отрисовкой поля. В начале он подготавливает почву – очищает экран, заливая его черным цветом. Потом увеличивает счетчик поколений. А дальше уже в циклах перебирая каждую клетку поля, он и задействует правила игры «Жизнь» (см. рис. 8).

```

77 private int CountNeighbours(int x, int y)
78 {
79     int count = 0; //количество соседей
80
81     for (int i = -1; i < 2; i++)
82     {
83         for (int j = -1; j < 2; j++)
84         {
85             var col = (x + i + cols) % cols; //координата соседа по x
86             var row = (y + j + rows) % rows; //координата соседа по y
87             var selfCheck = (col == x) && (row == y); //является ли клетка текущей
88             if (!selfCheck && field[col, row]) //если клетка не текущая и живая
89                 count++; //увеличиваем кол-во соседей клетки
90         }
91     }
92     return count;
93 }

```

Рис. 7. Метод подсчета соседей клетки

После определения конечного состояния клетки по правилам игры, в зависимости от результата принимается решения отрисовывать ее или нет.

После создания нового поля (нового поколения), счетчик поколений на экране нужно обновить и сделать только что созданное поле текущим. Также следует обновить pictureBox (поле на экране).

```
private void NextGen()
{
    graphics.Clear(Color.Black); //очищаем поле, заливаем его черни
    var newField = new bool[cols, rows]; //созданное новое поле/поколение
    genCount++; //увеличиваем счетчик поколений

    for (int x = 0; x < cols; x++)
    {
        for (int y = 0; y < rows; y++)
        {
            var count_n = CountNeighbors(x, y); //кол-во соседей текущей клетки
            if ((field[x, y] && count_n == 3) //если клетка мертва и у нее 3 соседа
                newField[x, y] = true; //делаем клетку живой в новом поле
            else if (field[x, y] && (count_n < 2 || count_n > 3)) //если клетка жива, но соседей <2 или >3
                newField[x, y] = false; //делаем клетку мертвой в новом поле
            else newField[x, y] = field[x, y]; //если предыдущие условия не сработали оставляем клетку такой же, как была

            if (field[x, y]) //если клетка жива
                graphics.FillRectangle(Brushes.LightGreen, x * resolution, y * resolution, resolution, resolution); //отрисовка живой клетки
        }
    }

    label1.Text = Convert.ToString(genCount); //выводим кол-во поколений на экран
    field = newField; //присваиваем текущему поколению новое
    pictureBox1.Refresh(); //обновление pictureBox1
}
}
```

Рис. 8. Метод, генерирующий новое поколение

Новое поколение должно генерироваться, каждый тик таймера, поэтому нужно вызвать только что созданный метод в соответствующем обработчике (см. рис. 9).

```
private void timer1_Tick(object sender, EventArgs e)
{
    NextGen();
}
}
```

Рис. 9. Обработчик тика таймера

На этом игру «Жизнь» будем считать законченной. Результат работы программы представлен на рисунке 10.

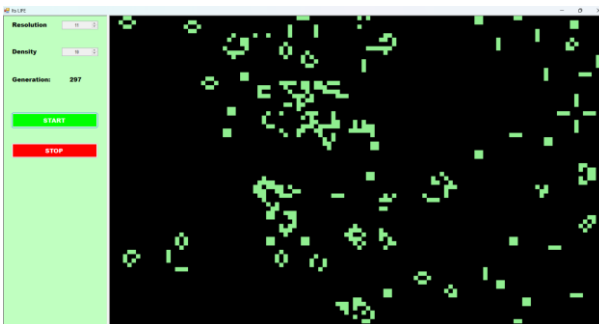


Рис. 10. Результат работы программы

Игра "Жизнь" порождает сложное поведение системы, которое не может быть объяснено поведением ее отдельных элементов. Она имеет много применений в науке, например, для моделирования распространения эпидемий или создания сложных алгоритмов поиска и оптимизации. Кроме того, игра «Жизнь» является популярной темой в искусстве и дизайне, так как ее узоры могут быть очень красивыми и гармоничными.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Статья «Клеточные автоматы - реализация и эксперименты» Лев Наумов, Анатолий Шалыто [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.osp.ru/pcworld/2003/08/166226>
2. Игра "Жизнь". Понятие клеточного автомата [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://intuit.ru/studies/courses/22569/1319/lecture/32756?page=4>
3. Статья «Клеточные автоматы» В.Б. Кудрявцев, А. С. Подколзин [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://intsys.msu.ru/magazine/archive/v10\(1-4\)/podkolzin-657-692.pdf](http://intsys.msu.ru/magazine/archive/v10(1-4)/podkolzin-657-692.pdf)

УДК 539.3.6

Кайдалова А.А., Еремин В.О.

*Научный руководитель: Смоляго Н. А., канд. техн. наук., доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В. Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

РАСЧЕТ СТАТИЧЕСКИ ОПРЕДЕЛИМОЙ КОМБИНИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ

Дана комбинированная система:

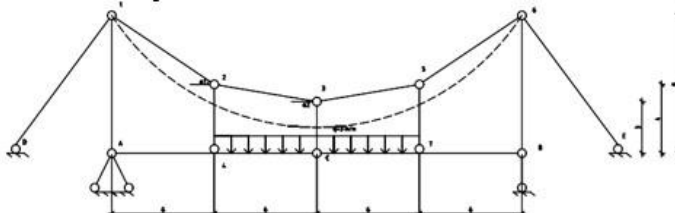


Рис. 1 Расчетная схема

Первый шаг в решении – проверка геометрической неизменяемости:

$$n = 3D - 2Ш - C_o \quad (1)$$

где D- количество дисков, количество шарниров, C_o- количество опорных реакций.

$$n = 3 * 13 - 2 * 16 - 7 = 39 - 32 - 7 = 0$$

Проверку геометрической неизменяемости при помощи формул следует дополнять структурным или статическим анализом

Единственным возможным перемещением балки жесткости АВ является поворот её вокруг шарнира С, что может быть только в случае изменения длин звеньев цепи - на расчетной схеме (рис. 1) показано пунктиром.

Таким образом, заданная система является геометрически неизменяемой. Отсутствие «лишних» связей служит признаком статической определимости системы [1].

$S_{12} * \cos \alpha_1 = S_{23} * \cos \alpha_1 = S_{35} * \cos \alpha_1 = S_{56} * \cos \alpha_1 = H = \text{const}$ (рис. 2) (2)
где S₁₂ – усилие в стержне 12, S₂₃ – усилие в стержне 23, S₃₅ – усилие в стержне 35, S₅₆ – усилие в стержне 56, H – распор.

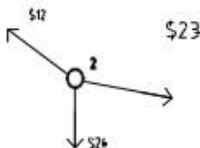


Рис. 2 Узел 2

Усилия в симметрично расположенных звеньях цепи равны между собой и не зависят от того, где расположена нагрузка [2].

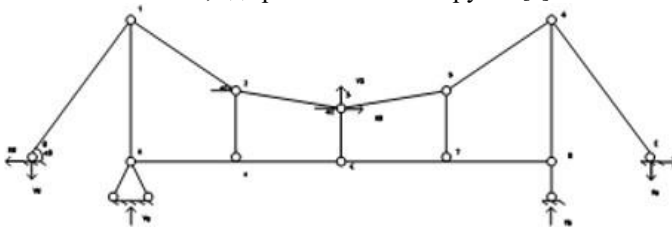


Рис. 3 Определение усилий

Расчет целесообразно начинать с определения распора H, для чего следует воспользоваться отсутствием изгибающего момента в среднем шарнира С (рис. 3):

$$M_c^{\text{лев}} = V_a * 12 + H_3 * 3 - V_d * 18 = 0 \quad (3)$$

где M_c^{лев}- момент левой части системы, V_a – вертикальная реакция в точке А, V_d – вертикальная реакция в точке D, H – горизонтальная реакция в узле 3.

$$H_3 = H \quad [3] \quad (4)$$

Следовательно, получаем, что

$$H=32,287 \text{ Т}$$

$$S_{12} = \frac{H}{\cos \alpha_1} = S_{56} = \frac{H}{\cos \alpha_1} = \frac{32,287}{0,83} = 38,9 \text{ Т} \quad (5)$$

$$S_{23} = \frac{H}{\cos \alpha_2} = S_{35} = \frac{H}{\cos \alpha_2} = \frac{32,287}{0,98} = 32,9 \text{ Т} \quad (6)$$

$$S_{1D} = \frac{H}{\cos \alpha_3} = S_{E6} = \frac{H}{\cos \alpha_3} = \frac{32,287}{0,6} = 53,8 \text{ Т} \quad (7)$$

где S_{1D} – усилие в стержне 1D, S_{E6} – усилие в стержне 1D.

Вертикальная составляющая:

$$V_d = V_e = - S_{1D} * \sin \alpha_3 = 53,8 * 0,8 = -43,04 \text{ Т} \quad (8)$$

где V_e – вертикальная реакция в точке E.

$$V_a = V_b = - \frac{V_d + q * 12 + V_e}{2} = 61,22 \text{ Т} \quad (9)$$

где V_b – вертикальная реакция в точке E.

Усилия в подвесах (рис. 2):

$$S_{24} = S_{57} = S_{12} * \sin \alpha_1 - S_{23} * \sin \alpha_2 = H * (\operatorname{tg} \alpha_1 - \operatorname{tg} \alpha_2) = 32,287(0,667 - 0,167) = 16,14 \text{ Т} \quad (10)$$

где S_{24} – усилие в стержне 24, S_{57} – усилие в стержне 57.

$$S_{1A} = S_{6B} = - 64,81 \text{ Т} \quad (11)$$

$$S_{1A} = 10,78 \text{ Т}$$

Рассмотрим балку AB (рис. 4):

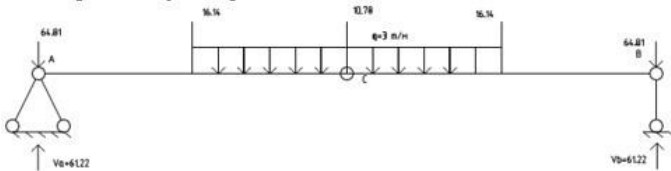


Рис. 4 балка AB

Построим эпюры M и Q для данной балки (рис. 5):

$$Q_1 = V_A - 64,81 = 61,22 - 64,81 = -3,59 \quad (12)$$

$$M_1 = -64,81 * x + V_A * x = \left| \begin{matrix} x = 0 & x = 6 \\ 0 & -21,54 \end{matrix} \right| \quad (13)$$

$$Q_2 = V_A - 64,81 + 16,14 - 3 * x = \left| \begin{matrix} x = 0 & x = 6 \\ 12,55 & -5,45 \end{matrix} \right| \quad (14)$$

$$M_2 = -64,81 * (x+6) + V_A * (x+6) - \frac{q * 6 * x}{2} = \left| \begin{matrix} x = 0 & x = 6 \\ -21,54 & 0 \end{matrix} \right| [4] \quad (15)$$

Так как конструкция симметричная, то получаем [5]:

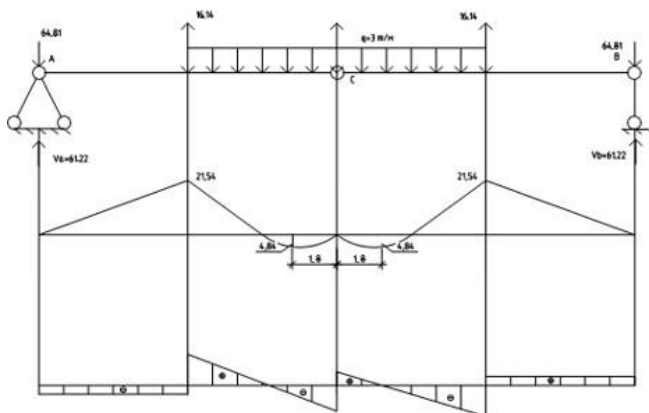


Рис. 5 Построение эпюр M и Q

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Деркач В.Ф. Сборник задач и упражнений по строительной механике стержневых систем / Деркач В.Ф., Давидов И.В. - Харьков: Изд-во Харьковского университета, 1960. - 504с.
2. Александров А.В. Строительная механика. Тонкостенные пространственные системы / Александров А.В., Лашеников Б.Я., Шапошников Н.Н. - М.: Стройиздат, 1983. - 488с.
3. Анохин Н.Н. Строительная механика в примерах и задачах. Часть 2. Статически неопределимые системы / М.: АСВ, 2007. - 464с.
4. Смоляго Г.А., Смоляго Н.А., Фролов Н.В., Ищук Я.Л. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. «Программа для расчета однопролетной балки переменной жесткости». № 2019619649. 22.07.2019.
5. Юрьев А.Г. / Перемещения в стержневых системах за пределом упругости / Юрьев А.Г., Смоляго Н.А., Яковлев О.А. // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова - 2022. № 3 - С.25-31.

Калашикова В.М.

Научный руководитель: Элинсон М.Н., д-р хим. наук, проф.,

Рыжкова Ю.Е., канд. хим. наук

*Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева,
г. Москва, Россия*

Институт органической химии им. Н.Д. Зелинского РАН, г. Москва, Россия

МУЛЬТИКОМПОНЕНТНАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ САЛИЦИЛОВОГО АЛЬДЕГИДА, 2-АМИНОПРОП-1-ЕН-1,3 ТРИКАРБОНИТРИЛА И 2-ЦИАНОАЦЕТОГИДРАЗИДА

В настоящее время в синтетической химии активно ведется поиск «идеального способа синтеза». Этот метод должен удовлетворять ряду требований: минимальное количество синтетических стадий; хороший выход конечного соединения; реагенты не нарушают экологических стандартов; небольшие время- и энергозатраты; а также безопасность и возможность осуществления всего процесса в одной реакционной зоне («one-pot»-процесс) [1]. Вышеперечисленным условиям полностью соответствуют мультикомпонентные реакции (МКР) – один из наиболее простых способов быстрого образования сложных молекул с высокими выходами [2].

Скаффолды – органические каркасы, сочетающие в себе широкий спектр биологического действия и сходство по ряду структурных признаков с природными биологически активными соединениями [3]. Привилегированные скаффолды – это полужесткие гетероциклические системы, которые определяют тип ориентации различных функциональных заместителей для распознавания молекулой-мишенью.

Хромено[2,3-*b*]пиридины, являются известным классом биологически активных соединений, которые обладают широким фармакологическим потенциалом, поскольку они проявляют антимикробную [4], антипролиферативную [5] антигистаминную [6] и противоастматическую [7] активности. Хромено[2,3-*b*]пиридины также применяют в качестве ингибиторов коррозии низкоуглеродистой стали, благодаря их особым физико-химическим свойствам [8].

Производные 5-аминопиразола также представляют интерес для фармацевтической и агрохимической промышленности [9]. Производные 5-аминопиразола являются мощными ингибиторами гамма-аминоасляной кислоты (ГАМК), обладающими селективностью по отношению к рецепторам насекомых и

млекопитающих [10], а также противогрибковыми [11] и антибактериальными [12] свойствами (Рис. 1).



Рис. 1 Некоторые биологически активные производные 5-аминопиразола

Таким образом, соединения, включающие в себя фрагменты хромено[2,3-*b*]пиридина и аминопиразола представляют особый интерес для фармацевтической химии и являются перспективными в отношении биологических реакций.

В настоящей работе было проведено исследование мультикомпонентной трансформации салицилового альдегида **1**, 2-аминопроп-1-ен-1,1,3-трикарбонитрила **2** и 2-цианоацетогидразида **3** непосредственно в 2,4-диамино-5-(5-амино-3-оксо-2,3-дигидро-1*H*-пиразол-4-ил)-5*H*-хромено[2,3-*b*]-пиридин-3-карбонитрил **4** с выходом 83% в смеси пиридин/этанол (1:3) (Рис. 2).

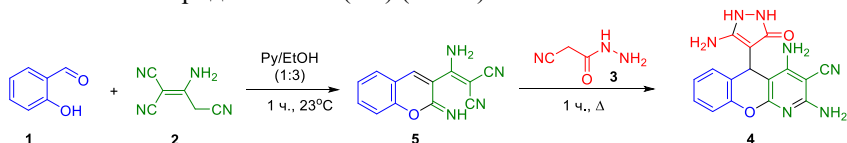


Рис. 2 Получение 2,4-диамино-5-(5-амино-3-оксо-2,3-дигидро-1*H*-пиразол-4-ил)-5*H*-хромено[2,3-*b*]-пиридин-3-карбонитрила **4**

Учитывая экспериментальные данные и наши предыдущие исследования [13-14], предложена следующая схема реакции салицилового альдегида **1**, 2-аминопроп-1-ен-1,1,3-трикарбонитрила **2** и 2-цианоацетогидразида **3** (Рис. 3).

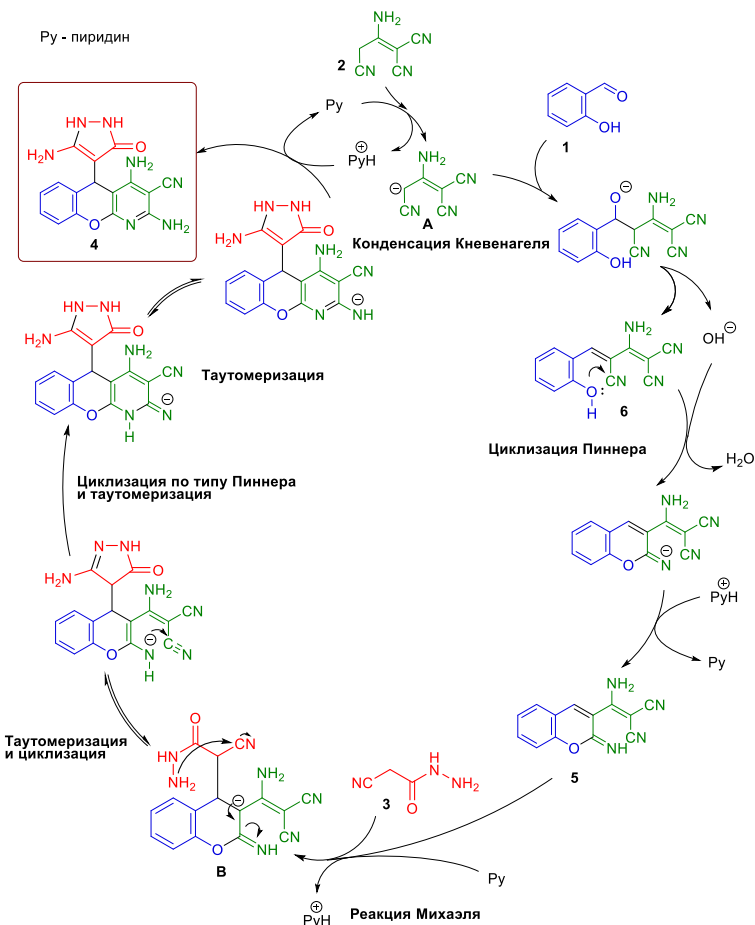


Рис. 3 Механизм получения 2,4-диамино-5-(5-амино-3-оксо-2,3-дигидро-1*H*-пирозол-4-ил)-5*H*-хромено[2,3-*b*]-пиридин-3-карбонитрила 4

Первая стадия процесса в «one-pot» трансформации - образование аддукта Кневенегеля 6. После этого, соединение 6 подвергается циклизации Пиннера под действием гидроксид-аниона [15]. В результате образуется 4-*H*-хромен 5. Затем, происходит присоединение 2-цианоацетогидразида 3 с образованием аниона В. Далее в ходе последовательных циклизации и таутомеризации получается 5-аминопирозолоновое кольцо. Последней стадией является еще одна циклизация Пиннера с образованием целевого 2,4-диамино-5-(5-амино-

3-оксо-2,3-дигидро-1*H*-пирозол-4-ил)-5*H*-хромено[2,3-*b*] пиридин-3-карбонитрила 4.

Установлено, что предложенный процесс приводит к образованию соединения 4 с выходом 83%. Этот новый, простой и эффективный метод перспективен для использования в промышленности для получения биологически активных структур, так как он предполагает использование доступного оборудования, а выделение целевых веществ представляет собой простую фильтрацию. Таким образом, этот новый процесс ценен с точки зрения экологически безопасных крупномасштабных процессов, ориентированных на создание разнообразных лекарственных соединений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Alexander Dömling; Ivar Ugi. Multicomponent Reactions with Isocyanides // *Angewandte Chemie* – 2000. – Vol. 39., iss.18. – P. 3168–3210.

2. Evdokimov N. M. et al. One-step synthesis of heterocyclic privileged medicinal scaffolds by a multicomponent reaction of malononitrile with aldehydes and thiols // *The Journal of Organic Chemistry*. – 2007. – Vol. 72. – P. 3443-3453.

3. Wermuth C., Ganellin C., Lindberg P., Mitscher L. Glossary of terms used in medicinal chemistry // *Pure Appl. Chem.* – 1998. – Vol. 70 – P. 1129–1143.

4. Zhang X. et al. Carbon monoxide inhibition of apoptosis during ischemia-reperfusion lung injury is dependent on the p38 mitogen-activated protein kinase pathway and involves caspase 3 // *Journal of Biological Chemistry*. – 2003. – Vol. 278. – №. 2. – P. 1248-1258.

5. Kolokythas G. et al. Design, synthesis and antiproliferative activity of some new azapyranoxanthenone aminoderivatives // *European journal of medicinal chemistry*. – 2006. – Vol. 41. – №. 1. – P. 71-79.

6. Patent JP 06107664A (1994)

7. Ukawa K. et al. Synthesis of the metabolites and degradation products of 2-amino-7-isopropyl-5-oxo-5*H*-[1] benzopyrano [2, 3-*b*] pyridine-3-carboxylic acid (Amoxanox) // *Chemical and pharmaceutical bulletin*. – 1985. – Vol. 33. – №. 10. – P. 4432-4437.

8. Verma C. et al. 2, 4-Diamino-5-(phenylthio)-5 *H*-chromeno [2, 3-*b*] pyridine-3-carbonitriles as green and effective corrosion inhibitors: gravimetric, electrochemical, surface morphology and theoretical studies // *RSC advances*. – 2016. – Vol. 6. – №. 59. – P. 53933-53948.

9. Elguero J. Pyrazoles and their benzo derivatives //Comprehensive heterocyclic chemistry. – 1984. – Vol. 5. – P. 167.

10. Meegalla S. K. et al. Synthesis and GABA receptor potency of 3-thiomethyl-4-(hetero) aryl-5-amino-1-phenylpyrazoles //Bioorganic & medicinal chemistry letters. – 2004. – Vol. 14. – №. 19. – P. 4949-4953.

11. Huppatz J. L. Systemic fungicides. The synthesis of pyrazolo [1, 5-a] pyrimidine analogues of carboxin //Australian journal of chemistry. – 1985. – Vol. 38. – №. 1. – P. 221-230.

12. Shamroukh A. H., Rashad A. E., Sayed H. H. Synthesis of some pyrazolo [3, 4] pyrimidine derivatives for biological evaluation //Phosphorus, Sulfur, and Silicon. – 2005. – Vol. 180. – №. 10. – P. 2347-2360.

13. Ryzhkov F. V. et al. Catalyst-Solvent System for PASE Approach to Hydroxyquinolinone-Substituted Chromeno [2, 3-b] pyridines Its Quantum Chemical Study and Investigation of Reaction Mechanism //Molecules. – 2020. – Vol. 25. – №. 11. – P. 2573.

14. Ryzhkova Y. E. et al. Multicomponent Synthesis of 2-(2, 4-Diamino-3-cyano-5 H-chromeno [2, 3-b] pyridin-5-yl) malonic Acids in DMSO //Molecules. – 2021. – Vol. 26. – №. 22. – P. 6839.

15. Patai S., Israeli Y. 411. The kinetics and mechanisms of carbonyl-methylene condensations. Part VII. The reaction of malononitrile with aromatic aldehydes in ethanol //Journal of the Chemical Society (Resumed). – 1960. – P. 2025-20

УДК 316.4.06: 330.43

Касаткина И.С.

Научный руководитель: Терехов А.М., канд. экон. наук, доц.
*Приволжский филиал Российского государственного университета
правосудия, г. Нижний Новгород, Россия*

КОРРЕЛЯЦИОННО-РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ СУДИМОСТИ В РФ

Актуальность исследования состоит в том, что с использованием инструментария корреляционно-регрессионного анализа можно выделить факторы, оказывающие влияние на состояние судимости, на ее динамику, а так же выразить статистические связи этих факторов с числом осуждённых в виде модели множественной регрессии. Полученная модель будет объяснять вариацию числа осужденных с учетом вариации включенных в модель независимых переменных. Полученные результаты могут быть использованы для управления

социальными процессами, коррекции объемов преступности и судимости [1].

На первом этапе исследования были выделены переменные, которые могут иметь статистические связи с зависимой переменной «число осужденных по основной статье»: X1 – количество безработных; X2 – численность населения с денежными доходами ниже величины прожиточного минимума; X3 – численность студентов обучающихся по программам подготовки специалистов среднего звена; X4 – общий коэффициент рождаемости; X5 – общий коэффициент разводимости; X6 – реальные располагаемые денежные доходы населения; X7 – коэффициент фондов; X8 – индекс человеческого развития; X9 – доля граждан, заболевших алкоголизмом; X10 – доля граждан, заболевших психическими расстройствами; X11 – посещаемость театров в расчёте на душу населения.

На втором этапе – оценены статистические связи. Установлено, что наиболее тесная связь наблюдается между факторами X1, X3, X4, X5, X6, X7, X8, X9, X10, X11 и числом осужденных (Y). Из выделенных нами факторов наиболее высокое значения коэффициента парной корреляции имеет фактор X9 ($r_{yx9}=0,94$), что свидетельствует о весьма высокой прямой связи с зависимой переменной Y. Это означает, что при увеличении доли граждан, заболевших алкоголизмом, увеличивается и количество осуждённых. Так же высокое значение коэффициента парной корреляции имеют факторы X11 ($r_{yx11}=-0,92$), X8 ($r_{yx8}=-0,91$), что свидетельствует о весьма высокой, обратной связи с зависимой переменной Y. Интерпретируя результат можно сказать, что с увеличением посещаемости театров, увеличением индекса человеческого развития, уменьшается число осуждённых. Факторы X10 ($r_{yx10}=0,88$), X7 ($r_{yx7}=0,82$), X1 ($r_{yx1}=0,81$), X5 ($r_{yx5}=0,73$), все перечисленные факторы имеют заметную прямую связь с зависимой переменной Y. Из чего можно сделать выводы, что при увеличении доли граждан, заболевших психическими расстройствами, коэффициента фондов (коэффициент дифференциации доходов), количества безработных, а так же общего коэффициента разводимости населения число осуждённых будет увеличиваться. Фактор X6 ($r_{yx6}=0,45$) имеет умеренную прямую связь с зависимой переменной Y, а это значит, что при росте реальных располагаемых денежных доходов населения, число осуждённых будет также увеличиваться. Фактор X3 ($r_{yx3}=-0,31$) имеет умеренную обратную связь с зависимой переменной Y, интерпретируя результат, можно сказать, что при увеличении численности студентов, обучающихся по программам подготовки специалистов среднего звена, число осуждённых будет уменьшаться [2].

Степень влияния остальных факторов на количество осуждённых невысокая. Таким образом, к факторам, которые мало влияют на число осуждённых, можно отнести следующие: численность населения с денежными доходами ниже величины прожиточного минимума ($r_{yx2}=0,18$), общий коэффициент рождаемости ($r_{yx3}= - 0,03$). При этом следует отметить, что показатели динамических рядов могут быть подвержены влиянию тенденции (наличие тренда), поэтому может наблюдаться явление ложной корреляции.

На заключительном этапе в программной среде Gretl с использованием метода наименьших квадратов была построена линейная модель множественной регрессии. Для проверки обоснованности применения линейной модели были выполнены тесты на нелинейность: нелинейность (квадраты), нелинейность (логарифмы). Результат теста на нелинейность (квадраты) показал: p -значение = P (Chi-квадрат > 4,57661) = 0,205558; $0,205558 > 0,05$. Таким образом, гипотеза о корректности линейной модели не отвергается. Тест на нелинейность (логарифмы) показал: p -значение = P (Chi-квадрат > 4,39269) = 0,222064; $0,222064 > 0,05$, что также не отвергает нулевую гипотезу о корректности линейной модели.

С учётом полученных результатов модель можно характеризовать следующим образом. Множественный коэффициент корреляции $R = 0,964684$ показывает, что теснота связи между числом осуждённых и факторами, включёнными в модель, высокая. Множественный коэффициент детерминации (R -квадрат) $D = 0,949549$, то есть 94,95% вариации числа осуждённых объясняется вариацией изучаемых факторов.

Проверка справедливости выдвинутой гипотезы путём сравнения расчётного критерия значимости с критическим уровнем значимости ($p < 0,05$) показала значимость гипотезы по всем включённым в модель факторам. Тест Уайта подтвердил нулевую гипотезу об отсутствии гетероскедастичности ($LM = 4,36359$; p -значение = P (Chi-квадрат > 4,36359) = 0,885895 > 0,05).

Тест на нормальное распределение ошибок подтвердил гипотезу о том, что остатки распределены по нормальному закону (Chi-квадрат = 0,360139; p -значение = 0,835212 > 0,05). Результаты теста Рамсея (RESET-тест) показали следующие значения, ($F(2, 5) = 1,00106$; p -значение = P ($F(2, 5) > 1,00106$) = 0,430874; $0,430874 > 0,05$), что не отвергает гипотезу о правильной спецификации модели.

LM тест на наличие автокорреляции до порядка 1, p -значение = $P(F(1, 6) > 0,511223) = 0,50147$, что говорит о том, что гипотеза об отсутствии автокорреляции не отвергается.

Используя приведённые коэффициенты и учитывая результаты проведённых тестов, составлено уравнение модели:

$$Y = 3,19e+06 - 1,09e+05 * X7 + 4,87e+05 * X10 - 4,26e+04 * X11 \quad (1)$$

Полученное уравнение регрессии показывает взаимосвязанное влияние факторов.

Комплексное влияние на объёмы преступности в рамках данной модели оказывают факторы: X7, X10, X11, этими факторами являются следующие: коэффициент фондов (коэффициент дифференциации доходов), доля граждан, заболевших психическими расстройствами, а так же посещаемость театров в расчёте на душу населения.

Следует также отметить, что при построении модели не были учтены другие важные факторы, характеризующие состояние судимости. Это связано с тем, что многие из них не нашли отражения в исходных статистических данных ввиду отсутствия такой информации на ресурсах статистических органов (например, не учтены показатели, характеризующие деятельность органов внутренних дел, осуществляющих борьбу с преступностью).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Костина, А. В. Особенности анализа статистических показателей о судимости в РФ / А. В. Костина, И. В. Лукоянова // Социально-экономическое развитие регионов России: тенденции, проблемы, перспективы : Сборник научных трудов I Всероссийской научно-практической конференции , Оренбург, 16 декабря 2020 года. – Волгоград: Общество с ограниченной ответственностью "Сфера", 2021. – С. 200-204. – EDN RVMPGJ.

2. Терехов А. М., Кувычков С. И., Миронов Н. А., Смирнов С. А. Практические аспекты статистического моделирования и прогнозирования преступности на основе данных рядов динамики // Юридическая наука и практика: Вестник Нижегородской академии МВД России. 2021. № 3 (55). С. 92.

Кизи́ва А.С. Макарова А.Н.

*Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии
и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия*

АНАЛИЗ РЫНКА СПОРТИВНОГО ПИТАНИЯ В РОССИИ

Формированию здорового образа жизни всех членов общества, особенно молодежи, является приоритетным направлением государственной политики, согласно Указу президента «О национальных целях развития до 2030 года». Для современного человека характерно непрерывное всестороннее развитие, которое нашло отражение в том числе и в увеличении доли населения, регулярно занимающегося спортом.

Согласно ежегодному отчету министерства спорта Российской Федерации за 2022 год, доля людей, занимающихся спортом в России на профессиональном и любительском уровнях, составляет 41,98% от общего населения страны [4].

Следствием популяризации данного тренда является увеличение числа фитнес-клубов, спортивных секций на всей территории России. Во всероссийском реестре объектов спорта в 2022 году зарегистрировано 7 664 спортивных объекта. Можно смело утверждать, что за последние 5 лет спорт приобрел массовый характер.

Фактор питания имеет одно из ведущих значений в достижении спортивных результатов. Вместе с тем, в обществе в целом, а особенно среди молодежи, наблюдается рост популярности правильного питания с постепенным отказом от фаст-фуда, негативное влияние которого на организм неоднократно доказано [2].

В последнее время отчетливо выделяется отдельное направление в индустрии общественного питания - спортивное питание. Согласно государственному стандарту о специализированной пищевой продукции для питания спортсменов: спортивное питание - питание, предназначенное для обеспечения повышенной потребности спортсменов в энергии, пищевых и биологически активных веществах [1]. Продукция для спортивного питания создается на основании вида спортивной специализации, с целью покрытия дефицита определенных групп пищевых веществ или преднамеренного увеличения их количества в общем рационе питания.

Для людей, профессионально занимающихся спортом, разработаны многочисленные комплексные рационы питания, составленные с учетом периода соревновательной деятельности, вида

спорта, уровня квалификации, возраста, пола и индивидуальных особенностей организма спортсмена.

В связи с массовостью спортивно-культурного движения, возникли точки реализации отдельных видов продукции спортивного питания через маркет-плейсы, сетевые магазины, аптеки и отделы продаж при фитнес-центрах. Этот вид специализированного питания постоянно совершенствуется и подстраивается под потребности потребителей.

Основные виды спортивного питания для масс-маркета можно условно разделить на следующие группы:

- в зависимости от предназначения: для наращивания мышц, для похудения, для увеличения эффективности и продолжительности тренировок, для предохранения суставов от повреждений, для общего укрепления организма.

- по активному веществу, составу комплекса: белковые, углеводные, аминокислотные, креатинные, витаминно-минеральные комплексы.

Анализируя рынок спортивного питания, необходимо в первую очередь оценить его ёмкость (табл.1).

Таблице 1- Продажи спортивного питания, РФ, 2017-2021 гг (т; %)

Параметр	2017	2018	2019	2020	2021
Продажи (т)	9 027,4	9 309,2	9 736,3	7 342,3	8 781,3
Динамика (% к предыдущем у году)	-	3,1	4,6	-24,6	19,6

На объёмы продаж спортивного питания за исследуемый период оказывали влияние многие факторы. Популяризация спорта положительно сказалась на данном показателе рынка. Вместе с тем, последующий экономический кризис, пандемия и анти-ковидные ограничения отметились снижением объёма продаж, продовольственное и медикаментозное эмбарго 2021 года не позволило выйти рынку на докризисный уровень.

Особый интерес представляет исследование экспорта и импорта спортивного питания в России. Экспорт за период 2021-2022 года составляет более 126 тонн продукции спортивного питания и осуществляется в основном в страны СНГ. Производимая на территории России специализированная продукция обладает более низкой стоимостью по сравнению с аналогами из Европы и Америки,

при хороших качественных характеристиках и упрощенной схеме логистики.

На сегодняшний день большой объём рынка продукции спортивного питания занимают импортные товары (рис. 1).

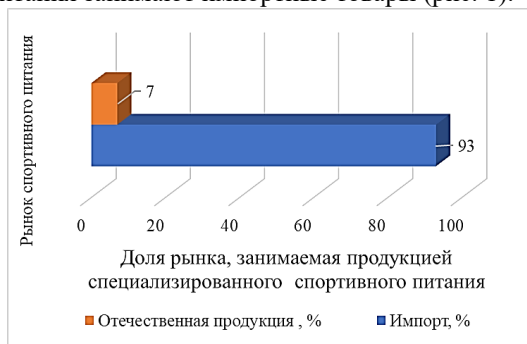


Рис. 1 Данные РОССТАТ по импорту продукции спортивного питания в России (2021-2022 год)

Отечественные производители представлены немногочисленными компаниями фармацевтической направленности, которым только предстоит завоевать доверия потребителей.

Продукты питания, первоначально предназначенные для спортсменов, нашли свое применение для широких слоев населения. Однако, существует точка зрения, что они вредны и их бесконтрольное применение может негативно влиять на организм человека. Другие же считают, что данные продукты отвечают современным требованиям человека к быстрому и доступному пополнению организма необходимыми нутриентами, делая вклад в формирование сбалансированного рациона питания в целом [3].

Выводы: Массовое спортивное питание не ставит своей задачей полностью заменить привычные всем блюда, входящие в основной рацион питания человека, а лишь выступает в роли дополнения к ним. В настоящее время рынок спортивного питания в России находится в стадии активного подъёма. Однако, доля продукции отечественного производства в общем объёме реализуемых товаров невелика. Полярность мнений относительно безопасности, а также государственная политика по импортозамещению в сфере пищевых товаров, делает данную категорию продуктов питания интересной для изучения и открывает пути для дальнейших разработок продукции для спортивного питания.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 34006-2016. Продукция пищевая специализированная. Продукция пищевая для питания спортсменов. Термины и определения (дата введения 2023-03-02).
2. Кизиева, А. С. Анализ влияния фритюрных жиров и продукции фаст-фуда в эксперименте на животных / А. С. Кизиева // Современные научные тенденции в ветеринарии: Сборник статей Международной научно-практической конференции, Пенза, 01–02 декабря 2022 года / Под научной редакцией И.В. Зирук, Н.А. Пудовкина. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2023. – С. 38-41.
3. Коробова, Ю. В. Проблемы рынка спортивного питания / Ю. В. Коробова, Ю. В. Родионова // Безопасность и качество товаров : Материалы XIII Международной научно-практической конференции, Саратов, 15 июля 2019 года / Под редакцией С.А. Богатырева. – Саратов: ООО "Центр социальных агроинноваций СГАУ", 2019. – С. 138-150.
4. Министерство спорта Российской Федерации: официальный портал. – URL: <https://minsport.gov.ru/sport/physical-culture/statisticheskaya-inf> (дата обращения: 02.03.2023).
5. Яковлева, И. В. Современные тенденции развития российского рынка спортивного питания / И. В. Яковлева // Global and Regional Research. – 2022. – Т. 4, № 3. – С. 126-131.

УКД 547.8

Кислицин С.Е., Мережко Н.И.

Научный руководитель: Ивахненко Е.П., д-р хим. наук

Южный федеральный университет, Научно-исследовательский институт физической и органической химии, г. Ростов-на-Дону, Россия

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ 6,8-ДИ-ТРЕТ-БУТИЛ-3Н-ФЕНОКСАЗИН-3 ОНА С АРОМАТИЧЕСКИМИ АМИНАМИ В РАСПЛАВАХ

6,8-ди-трет-бутил-3Н-феноксазин-3-он является синтоном для получения трифенодиксазиновых производных (TPDO), которые широко применяются в качестве красителей для сенсбилизированных красителем солнечных элементов (DSSC), поглощая свет в красной области спектра [1]. В настоящее время TPDO используются в качестве линкеров для создания координационных полимеров [2].

Взаимодействие феноксазин-3-она с о-аминофенолом и его производными в растворах протекает через образование иминовых

связей с карбонильным атомом углерода, с последующей циклизацией, приводящей к трифенодиоксазиновым структурам.

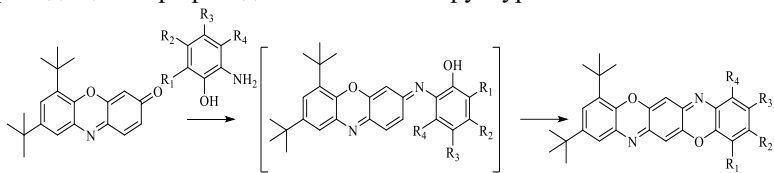


Рис 1. Взаимодействие 6,8-ди-трет-бутил-3Н-феноксазин-3-она с о-аминофенолом в растворе

Установлено, что 6,8-ди-трет-бутил-3Н-феноксазин-3-он легко конденсируется с ароматическими аминами, обладающими электронно-донорными заместителями, с образованием иминов.

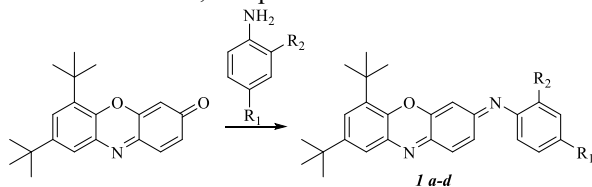


Рис. 2. Взаимодействие 6,8-ди-трет-бутил-3Н-феноксазин-3-она с ароматическими аминами в растворе

Таблица 1 – Выход продуктов конденсации 6,8-ди-трет-бутил-3Н-феноксазин-3-она с ароматическими аминами в растворе.

Соед.	R_1	R_2	Выход, %
<i>1a</i>	H	H	45
<i>1b</i>	CH ₃	H	47
<i>1c</i>	CH ₃	CH ₃	72
<i>1d</i>	OCH ₃	H	90

Оказалось, что при взаимодействии ароматических аминов с 6,8-ди-трет-бутил-3Н-феноксазин-3-оном взаимодействие протекает отлично от реакции в растворе, образуются продукты присоединения по Михаэлю, с сохранением карбонильного углерода в третьем положении. Направление протекания химической реакции не зависит от природы заместителя в ароматических аминах.

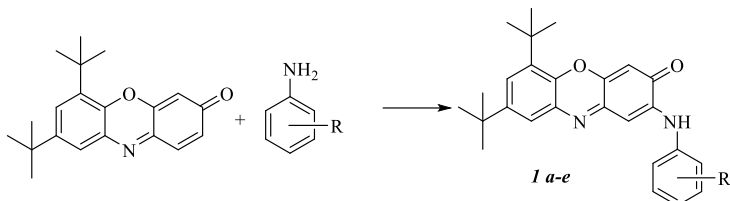


Рис. 3. Взаимодействие 6,8-ди-трет-бутил-3Н-феноксазин-3-она с ароматическими аминами в расплаве.

Таблица 2 – Выход 6,8-ди-трет-бутил-2-(фениламино)-3Н-феноксазин-3-онов.

Соед. 1	a	b	c	d	e
R	R=H	<i>n</i> -NO ₂	<i>o</i> -NO ₂	<i>n</i> -COOH	<i>n</i> -COOMe
Выход, %	80	63	57	67	59

Взаимодействие 6,8-ди-трет-бутил-3Н-феноксазины-3-она с *o*-аминофенолом, *o*-фенилендиамином и их производными приводит к образованию линейных гетеропентациклических систем трифенодиоксазинового, и хиноксалинфеноксазинового типа, образование которых при проведении реакции в растворе, не наблюдалось.

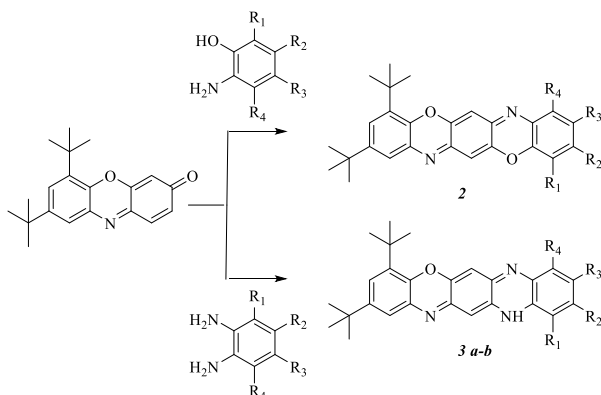


Рис. 4. Взаимодействие 6,8-ди-трет-бутил-3Н-феноксазин-3-она с *o*-аминофенолом, *o*-фенилендиамином в расплаве

Таблица 3 – Выход гетеропентаценов

Соед.	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	Выход, %
2	H	H	H	H	60
3a	H	H	H	H	57
3d	H	CH ₃	CH ₃	H	38

Строение полученных 6,8-ди-трет-бутил-2-(фениламино)-3Н-феноксазин-3-онов, хиноксалинфеноксазинов и трифенодиоксазинов было установлено методами рентгеноструктурного анализа, ЯМР и ИК спектроскопии.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (государственное задание в сфере научной деятельности, проект № FENW-2023-0017).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ivakhnenko E. P. et al. - A new approach to the synthesis of the sterically crowded photostable and fluorescent triphenodioxazines // *Dyes and Pigment*. - 2020. - №176. – С.108174.

2. Aldoshin S. et al. Synthesis, crystal molecular structure, and magnetic characteristics of coordination polymers formed by Co (ii) diketonates with pentaheterocyclic triphenodioxazines // *New Journal of Chemistry*. – 2021. – Т. 45. – №. 1. – С. 304-313.

3. Ivakhnenko E. P. et al. Synthesis, structure, redox activity and luminescence of sterically crowded 6, 8-di-(tert-butyl)-3Н-phenoxazin-3-one // *Tetrahedron Letters*. – 2020. – Т. 61. – №. 5. – С. 151429.

УДК 532.546

Ковальчук Т.Н., Гильманов А.Я.

Научный руководитель: Шевелев А.П., канд. физ.-мат. наук, доц.

Тюменский государственный университет, г. Тюмень, Россия

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСНОВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПАРОЦИКЛИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА НЕФТЯНОЙ ПЛАСТ

В настоящее время доля традиционных запасов нефти сокращается. По этой причине становится наиболее актуальной разработка месторождений тяжелой нефти с помощью тепловых методов увеличения нефтеотдачи (МУН) [1]. Одним из наиболее

распространенных тепловых МУН является пароциклическое воздействие (ПЦО), характеризующееся высокой тепловой эффективностью [2, 3]. Один полный цикл ПЦО включает следующие этапы: закачка пара в пласт; остановка скважины на паротепловую пропитку; добыча нефти. Физико-математическое моделирование пароциклического воздействия, вычисление и оптимизация основных технологических параметров позволяют увеличить коэффициент извлечения нефти [4].

Одной из проблем является определение оптимальных параметров ПЦО с учетом изменяющихся давления, температуры, скорости и сухости пара при его движении к забою скважины. Поэтому в работе была поставлена цель разработать методику для оценки оптимальных времен закачки пара, выдержки на паротепловую пропитку и добычи нефти. Научная новизна работы состоит в том, что предлагается подход, позволяющий связать задачи транспортировки теплоносителя к забою скважины и определения оптимальных параметров пароциклической обработки пласта.

Для достижения поставленной цели применяется интегральный подход описания процесса пароциклического воздействия, который предполагает составление системы уравнений механики многофазных систем. Методика основана на использовании распределения температуры вдоль ствола скважины, полученного по данным кратковременных динамических температурных исследований. При этом ставятся две задачи: внутренняя и внешняя. Внутренняя задача включает в себя расчёт параметров теплоносителя при его движении вдоль ствола скважины от устья до забоя, а внешняя – определение температурного распределения в многослойной стенке скважины и пласте вдоль радиальной координаты. С учётом симметрии обе задачи решаются в одномерном приближении: внутренняя – с вертикальной осью координат, направленной вдоль оси скважины, а внешняя – с радиальной осью координат. При постановке математической модели вводятся следующие допущения: температура пароводяной смеси в сечении одинакова (приближение Ловерьё); нестационарные эффекты не учитываются; используется односкоростная модель, пар не проскальзывает относительно воды; система находится на линии насыщения, поскольку парогенератор не способен создавать перегретый пар; газ считается идеальным; рассматривается двухфазное приближение.

Для решения систем уравнений применялись численные методы. Вычисление значений скорости, температуры, давления и сухости пара на оси скважины проводилось с помощью метода Эйлера при

поставленных граничных условиях из системы уравнений механики многофазных систем; расчет дебита после воздействия – с помощью метода простой итерации.

В качестве результатов в работе получены: распределение температуры в многослойной стенке скважины и в породе с учетом уточненного коэффициента теплопередачи породы при известных температурах между слоями материалов скважины, воды и породы; функции распределения скорости, давления, температуры и сухости пара в зависимости от вертикальной координаты (рис. 1); оптимальные значения времени закачки теплоносителя, выдержки скважины на конденсацию и времени добычи нефти (рис. 2); максимальное значение дополнительной накопленной добычи нефти с учетом рассчитанных забойных параметров теплоносителя; паронефтяное отношение.

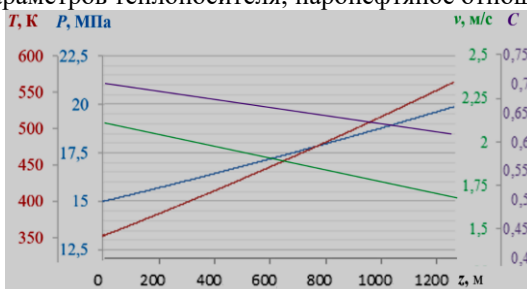


Рис. 1. График, показывающий функции распределения скорости, давления, температуры и сухости пара в зависимости от вертикальной координаты

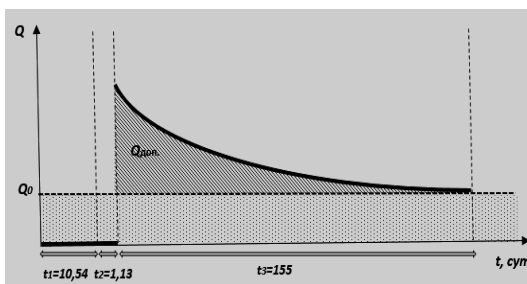


Рис. 2. График зависимости дебита нефти от времени при оптимальных параметрах ПЦО

Таким образом, определены: оптимальное время закачки теплоносителя, которое составило 10,54 сут., выдержки скважины на конденсацию – 1,13 сут. и время добычи нефти – 155,00 сут.

Установлено, что при этих параметрах, наблюдается максимальное значение дополнительной накопленной добычи – 5379 т.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Еремин Н.А. Цифровые технологии извлечения запасов нетрадиционной нефти / Н.А. Еремин // Известия ТулГУ. Науки о Земле. Вып. 2. Геотехнология. – 2022. – 255 с.

2. Грушевенко Е. Перспективы развития третичных МУН в мире и в России / Е. Грушевенко // Skolkovo Moscow School of Management. – 2021. – 40 с.

3. Liu Z. A New Criterion for the Estimate of Impact of Lean Zones on the Performance of SAGD/SA-SAGD/EBRT Processes / Z. Liu, R. Khaledi, S. F. Farshidi, C. Wattenbarger // Society of Petroleum Engineers. SPE-199944-MS. 2020. 12 p.

4. Ковальчук Т.Н. Оптимизация технологических параметров при пароциклическом воздействии на нефтяные пласты / Т.Н. Ковальчук, А. Я. Гильманов, А. П. Шевелёв // Вестник Тюменского государственного университета. Физико-математическое моделирование. Нефть, газ, энергетика. – 2020. – Том 6, № 2 (22). С. 145–161.

УДК 004.93.12

Козиненко Е.А., Матрёнина Е.Р.

Научный руководитель: Коршаков К.С., асс.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

КОМПЬЮТЕРНОЕ ЗРЕНИЕ

Вы разблокируете свой смартфон и вам не нужно вводить секретный код, всего лишь посмотреть на экран! Телефон не откроется, если кто-то другой посмотрит на экран! Откуда он знает, что это вы? Для этого используется технология компьютерного зрения, основанная на искусственном интеллекте. Возможность распознавать лица исходит от представлений об окружающей среде или изображения на основе того, что телефон узнал из данных, которые он обрабатывает. Дело не в том, что он может распознавать людей или другие объекты, как это делаем мы, но он может распознавать шаблоны и формы изображений на основе данных. Искусственный интеллект сыграл важную роль в улучшении компьютерного зрения, и уже было несколько примеров его

использования. Возможно, неосознанно, но мы используем его в нашей повседневной жизни.

Что такое компьютерное зрение? Компьютерное зрение - это технология, которая позволяет компьютерам визуально распознавать или идентифицировать объекты. Например, вы можете распознавать и различать автомобили и людей. Что он делает и как? Этот метод работает с огромным объемом данных, которые вы изучаете. Например, вы можете использовать и анализировать данные, типы, шаблоны и характеристики, а также идентифицировать объекты с течением времени. Это очень сложная и многоуровневая техника. Например, смартфон хранит данные о лицах, их анализе и моделях, которые отличают вас от других, даже если вы не знаете, кто вы есть. Итак, когда вы смотрите на экран, он сопоставляет изображения с данными, которые он сохранил, и при совпадении он разблокирует экран.

Роль искусственного интеллекта в развитии компьютерного зрения. Технологии искусственного интеллекта и машинного обучения играют важную роль в развитии технологий компьютерного зрения. Искусственный интеллект позволяет компьютерному зрению понимать, распознавать и анализировать все виды визуальных данных. Модели, логика и макеты искусственного интеллекта могут быстро потреблять, усваивать и изучать большие объемы визуальных данных, помеченных и немаркированных. Это позволяет компьютерам, поддерживающим компьютерное зрение, распознавать различные функции, шаблоны и взаимосвязи с широким спектром видео, графики и даже инфографики.

Машинное обучение, которое является частью одного из видов искусственного интеллекта, находится на переднем крае развития компьютерного зрения. Машинное обучение использует большие объемы обучающих наборов данных, которые могут отслеживать закономерности. Алгоритмы или логика машинного обучения могут обнаруживать особенности или объекты на самых сложных изображениях. Например, он может идентифицировать нос на человеческом лице и идентифицировать его. Мало того, он может обнаруживать различные части изображения. Это не позволяет перепутать нос и глаза.

Машинное обучение может выполнять сегментацию изображений на самых сложных изображениях и обнаруживать отклонения. Сегментация изображений позволяет компьютерам классифицировать изображение по их логическим частям. Например, он может разделить автомобиль по его характеристикам, таким как окна, лобовое стекло, колеса и рулевое колесо. Сегментация изображения позволяет идентифицировать различные логические фрагменты. Мало того,

сегментация изображений идеально подходит для анализа и идентификации различных характеристик каждого изделия. Очевидно, что весь процесс очень сложный и многоуровневый, и многие подвергаются риску. Диагностика и анализ данных должны быть точными, в противном случае могут быть сделаны ошибочные выводы. Например, подумайте о катастрофических последствиях, когда самоуправляемый автомобиль выезжает на дорогу и ошибочно принимает пешехода в полосатой рубашке с переходом по зебре.

Существует множество вариантов использования компьютерного зрения на базе ИИ. Компьютерное зрение используется в различных отраслях промышленности, и поступают сообщения, хотя и преждевременные, о том, что организации получают много преимуществ. Ниже описаны некоторые примеры.

Медицинская отрасль

Алгоритмы ИИ могут помочь медицинским работникам анализировать различные документы, содержащие изображения, такие как рентгеновские снимки и магнитно-резонансные изображения, обнаруживать аномалии и проблемы, помогать в постановке более точных диагнозов. Например, компьютерное зрение обучается работе с большими наборами данных для выявления проблем на маммограммах, которые могут выявить рак молочной железы.

Сельское хозяйство

Компьютерное зрение на базе ИИ используется для оценки качества урожая, состояния почвы и выявления различных заболеваний, которые могут поражать растения. Эта технология может оказать большую помощь фермерам, которые могут использовать ее для оптимизации урожайности сельскохозяйственных культур и сокращения потерь ресурсов.

Регулирование порядка

Власти используют компьютерное зрение на базе ИИ для мониторинга общественных мест, таких как железнодорожные вокзалы, музеи, стадионы и аэропорты, чтобы быстро выявлять подозрительное поведение или передвижения подозрительных людей, представляющих возможные угрозы. По мере развития технологий они могут оказаться более эффективными в предотвращении преступлений.

Очевидно, что у компьютерного зрения фантастическое будущее, и оно быстро развивается. Но существует обеспокоенность по поводу частной жизни и конфиденциальности отдельных лиц. Компьютерное зрение - это «пожиратель данных», и люди задаются вопросом, как и где используются данные.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Малинецкий Г.Г., Смолин В.С. О развитии прикладной математики, искусственного интеллекта и компьютерных вычислений. Москва, 2021, 50 с.
2. Наумов А.А., Бах С.А. Информационная среда. Синтез, анализ, моделирование и оптимизация. - Новосибирск: «ОФСЕТ», 2017. – 307 с.
3. Тельнов Ю. Ф. Интеллектуальные информационные системы. М.: МЭСИ, 2015.
4. Круглова О.В. Информационные технологии в управлении: учебное пособие. - Дзержинск: изд-во «Конкорд», 2016. – 134 с.
5. Коршак К.С., Иванов И.В. Интеллектуальный репрайсинг. Подходы к разработке автоматического интеллектуального репрайсинга. <https://elibrary.ru/item.asp?id=44064936>
6. Стативко, Р.У., Коломыцева, Е.П. Разработка алгоритмов определения необходимости использования типовых моделей датчиков. Известия Юго-Западного государственного университета. 2018.1.22 №6(81). С. 118-126. <https://doi.org/10.21869/2223-1560-2018-22-6-118-126>

УДК 004.31

Козиненко Е.А., Московченко А.Д.

Научный руководитель: Коршак К.С., асс.

*Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ

В настоящее время актуален вопрос внедрения новейших технологий, формирования цифровых экономик. В современном научном пространстве искусственный интеллект все активнее изучается и, следовательно, возникают споры по перспективам и рискам его широкого использования.

На протяжении последних двух десятилетий цифровая технология изменила общество в бесконечном масштабе. И сегодня цифровая технология имеет потенциал для масштабных социальных преобразований и прогресса в экономике. Таким образом, для того, чтобы процветать в цифровой эпоху, странам было очень важно понять экономическую структуру на основе цифровых технологий, которую также называют цифровой экономикой, и приспособиться к ним.

Главной темой для обсуждения стало понимание данной динамики. В скором времени, классическая экономика будет смещена цифровой в связи с растущим внедрением и применением цифровой техники во всех областях мира.

Были достигнуты значительные успехи в системах искусственного интеллекта. Несмотря на то, что разработка машины, обладающей способностью понимать или обучаться различным интеллектуальным задачам, которые выполняет человек, не находится в пределах доступности, современные системы ИИ способны довольно качественно выполнять задачи, которые четко определены и зачастую подразумевают наличие человеческого контроля. Процесс обучения – наиважнейший из компонентов для большинства систем ИИ, он принимает форму машинного обучения, которая опирается на математику, статистику и теорию принятия решений.

В финансовом секторе быстро расширяется использование машинной подготовки. Недавняя внедрение в финансовый сектор технологий, например, больших данных и облачных вычислений, вместе с ростом цифровых экономик, позволило эффективно внедрить системы искусственного интеллекта.

Система ИИ используется в цифровой экономике для предсказания макроэкономического и финансового изменения, удовлетворения клиентских потребностей, обеспечения рентабельности и контроля условий деятельности. ИИ-модели обладают гибкостью в сравнении с моделями традиционных статистических и эконометрических моделей, помогают исследовать сложные взаимоотношения между переменными, а также позволяют расширить инструментарий, используемые организацией. Полученные в результате исследований данные говорят нам о том, что методы машинного обучения часто превосходят иные методы, что были основаны на линейной регрессии, по таким характеристикам, как точность и надежность прогноза.

Прогноз спроса – функция, которую люди обычно реализуют с помощью традиционных методик, становится более и более сложной. Огромное количество данных повышает количество обработанных переменных в сотни, а то и в тысячи раз. Благодаря машинному обучению и искусственному интеллекту обеспечивается огромная ценность и эффективность, за счёт наличия больших вычислительных мощностей при финансовых затратах.

Несмотря на то, что применение ИИ для прогнозирования дает нам множество плюсов, оно может также создать некоторые проблемы. При использовании таких данных, как информация из соцсетей, истории посещений страниц и сведения о местности в машинном обучении,

можно найти новые взаимосвязи между переменными; при этом использование таких данных в финансовом прогнозировании влечет за собой ряд проблем, в том числе правовых и нормативных рамок, а также влечет за собой ущерб этике и защищенности.

Достижения в цифровой экономике в области искусственного интеллекта в последнее время оказали большое влияние на инвестиционную индустрию. ИИ и технологии, связанные с ним, меняют рынок, вводят новых игроков на этот самый рынок, улучшают клиентский интерфейс, такие как чат-боты, изменяют в лучшую сторону аналитические методы и принятие решений и успешно осуществляют снижение издержек за счет автоматизации процесса.

Искусственный интеллект в цифровой экономике неизбежно создает новые проблемы и потенциальные риски. Для его использования в инвестиционных и банковских сферах требуется наличие больших объемов качественных и оперативных данных. Исходя из этого, при хранении такого объема данных, кибербезопасность становится первостепенным фактором.

Неизбежно, что внедрение систем ИИ и машинного обучения в цифровую экономику будет продолжать ускоряться. Это обуславливается тем, что наблюдается быстрое увеличение вычислительных мощностей, емкости хранилища данных, а также значительный прогресс в моделировании и адаптации вариантов использования.

Системы ИИ предоставляют финансовым организациям перспективы для ощутимого уменьшения затрат и повышения эффективности, новых рынков и более оптимального управления рисками; предлагают клиентам новый опыт, продукты, а также снижают расходы средств. Впрочем, эти системы порождают и этические проблемы, и новых уникальных рисков целостности финансовой системы и ее безопасности, масштаб которых пока предстоит оценивать. Данные изменения нуждаются в совершенствовании механизмов надзора и мониторинга для вычисления вероятных рисков и принятия всех необходимых мер.

Таким образом мы можем сделать вывод, что ИИ действительно способствует развитию цифровой экономики и помогает ей достигать наилучших результатов. Это дает компаниям возможность использовать множество интеллектуальных данных для различных вариантов применения, но для того, чтобы достичь настоящего успеха ИИ следует быть встроенным в процессы полноценно, а не быть лишь их частью.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кузнецов, О. Н., Коломыцева, Е.П. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2015618855, 19.08.2015. Информационная система управления транспортным подразделением промышленного предприятия. Кузнецов, О. Н., Коломыцева, Е.П. Заявка № 2015615543 от 23.06.2015. <https://elibrary.ru/item.asp?id=39335693>
2. Коршак К.С., Иванов И.В. Интеллектуальный репрайсинг. Подходы к разработке автоматического интеллектуального репрайсинга. <https://elibrary.ru/item.asp?id=44064936>
3. Стативко, Р.У., Коломыцева, Е.П. Разработка алгоритмов определения необходимости использования типовых моделей датчиков. Известия Юго-Западного государственного университета. 2018.Т.22 №6(81). С.118-126. <https://doi.org/10.21869/2223-1560-2018-22-6-118-126>
4. Котлинский, С.В. Разработка моделей предметной области автоматизации: учебник для СПО / С.В. Котлинский. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 412 с. (ЭБС Лань (lanbook.com))
5. Рочев, К.В. Информационные технологии. Анализ и проектирование информационных систем: учебное пособие / К.В. Рочев – 2-е изд., испр. – Санкт-Петербург: Лань, 2019. – 128 с. (ЭБС Лань (lanbook.com))

УДК 612.67

Костецкая В.А.

Научный руководитель: Новак Ю.О., ст. преп.

*Костанайский региональный университет им. А. Байтурсынова,
г. Костанай, Казахстан*

ВЛИЯНИЕ СОЦИАЛЬНО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ И ОБРАЗА ЖИЗНИ НА БИОЛОГИЧЕСКИЙ ВОЗРАСТ ЧЕЛОВЕКА

Для современного общества актуальной является проблема преждевременного старения. Чтобы мотивировать людей на осуществление эффективной профилактики преждевременного старения, необходимо уметь диагностировать это состояние методом определения биологического возраста и его сопоставления с хронологическим возрастом. Биологический возраст является интегральным показателем уровня здоровья человека, отражающим резервный потенциал организма [1].

Актуальность определения темпов старения обусловлена тем, что скорость старения может иметь прогностическую ценность для оценки здоровья, как отдельного человека, так и групп людей, подверженных тем или иным рискам (наследственным, экологическим, социальным, производственным и др.).

Для определения биологического возраста нами была выбрана максимально информативная при использовании общедоступных показателей и не требующая специальной аппаратуры методика определения биологического возраста по А. Г. Горелкину и Б. Б. Пинхасову. Данная методика специализируется на изучении параметров тела человека: масса, рост, окружность талии, окружность бёдер, а также учитывается календарный возраст.

Особенностью методики является то, что определение биологического возраста производится по определённым формулам, используя при этом возрастные показатели, начиная не с рождения, а с момента полного формирования организма.

Формула коэффициента скорости старения КСС для мужчин [2].

$$KCC_M = \frac{OT * MT}{OB * P2 * (17,2 + 0,31 * PЛ_M + 0,0012 * PЛ2_M)} \quad (1)$$

Формула коэффициента скорости старения КСС(ж) для женщин [2].

$$KCC_M = \frac{OT * MT}{OB * P2 * (17,2 + 0,31 * PЛ_ж + 0,0012 * PЛ2_ж)} \quad (2)$$

Формула биологического возраста (БВ) для женщин [2].

$$BВ_ж = (KCC_ж * (KB - 18)) + 18 \quad (3)$$

Формула биологического возраста (БВ) для мужчин [2].

$$BВ_M = (KCC_M * (KB - 21)) + 21 \quad (4)$$

При помощи полученных измерений можно сделать вывод касательно скорости старения и биологического возраста исследуемых, оценить состояние здоровья индивида и выявить наступающие проблемы.

Для проведения исследования было принято изучить 3 возрастные группы людей: 1 группа включала в себя испытуемых в первый период зрелости: от 18 до 35 лет женщины, от 21 до 35 лет мужчины; 2 группа - испытуемые во втором периоде зрелости: от 35 до 55 лет женщины, от 35 до 60 лет мужчины; в 3 группу входили респонденты пожилого возраста: от 55 до 75 лет женщины, от 60 до 75 мужчины. Общее количество исследуемых составило 50 человек из них 25 женщин и 25 мужчин.

Изучая первую группу респондентов, мы выяснили, что средний хронологический возраст испытуемых составил 22,8 лет, а биологический возраст равен 23,6. Биологический возраст превышает

календарный в среднем на 1 год. 31% испытуемых подвергаются ускоренному старению, и 69% имеют низкий коэффициент и замедленный темп старения (Рис. 1).

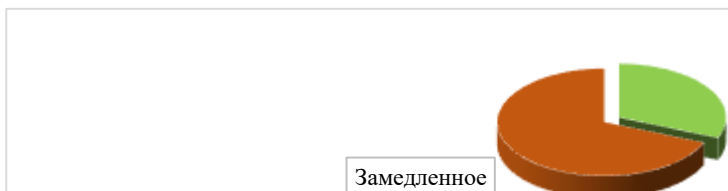


Рис. 1 Результаты исследования респондентов первого периода зрелого возраста

Было выявлено, что у респондентов с наличием вредных привычек (курение, употребление алкоголя, переедание) средний биологический возраст составил 27,8 лет, что в свою очередь на 1,6 лет больше паспортного. Биологический возраст испытуемых ведущих активный и правильный образ жизни превысил календарный в среднем на 0,2 года.

Показатели второй возрастной группы: средний хронологический возраст респондентов составил 47,6 лет, а биологический возраст равен 48,5. Биологический возраст превышает календарный в среднем на 1 год. 44% исследуемых подвергаются ускоренному старению, и 56% имеют низкий коэффициент и замедленный темп старения (Рис. 2).



Рис. 2 Результаты исследования респондентов второго периода зрелого возраста

В анамнезе одна испытуемая отметила наличие злокачественных образований, в прошлом проходила курс химиотерапии на данное время подвергается лечению гормонотерапией. Биологический возраст женщины составил 68,6 лет, что на 14,5 лет выше хронологического. В настоящее время активно изучается взаимосвязь онкологических заболеваний со старением организма. Считается, что чем больше биологический возраст человека, тем выше вероятность возникновения рака.

Было выявлено, что у испытуемых с наличием вредных привычек биологический возраст составил 56,1 год, это выше паспортного на 8,2 года. Респонденты с наличием достаточно активной двигательной деятельности, правильным рационом питания и умеренным употреблением вредных веществ имеют замедленный темп старения, биологический возраст равен хронологическому.

Проводя обследование третьей группы, мы обнаружили, что средний хронологический возраст испытуемых составил 64,4 лет, а биологический возраст равен 63,8. Биологический возраст респондентов отстаёт от хронологического в пределах 1 года. 35% исследуемых респондентов подвергаются ускоренному старению, и 65% имеют низкий коэффициент и замедленный темп старения (Рис. 3).



Рис. 3 Результаты исследования респондентов пожилого возраста

Было отмечено, что средний биологический возраст исследуемых данной группы с наличием вредных привычек равен 68,5 лет.

Испытуемые, страдающие сахарным диабетом, имеют низкие показатели, биологический возраст женщины составил 47 лет, а хронологический 59,3 года, что касается мужчины, его биологический возраст равен 55,4 года, что меньше паспортного на 8,6 лет. Ведущую роль в снижении показателей старения организма играет хорошая компенсация заболевания.

Исследуемые респонденты, у которых наблюдалось рецидивирующее заболевание - ожирение имеют средний биологический возраст 53 года, что в свою очередь превышает хронологический на 13,7 лет. Это связано с дефицитом жиросжигающих и избытком жиронакапливающих гормонов (инсулин), что приводит к усилению инсулинорезистентности. С возрастом наличие и прогрессирование инсулинорезистентности приводит к значительному снижению всех компенсаторных механизмов организма, активизируются процессы перекисного окисления, что приводит к значительному нарастанию у больных содержания индуктора апоптоза - белка p53 и, следовательно, ускорению процессов старения [3, 4].

Для проведения исследований биологического возраста жителей сельской местности мы отобрали 12 респондентов, при изучении людей сельской местности наблюдалась динамика снижения биологического возраста. Средний хронологический возраст изучаемых индивидов составил 42,9 лет, превышая биологический на 5,1 год. 25% исследуемых имеют ускоренный темп старения, 75% испытуемых имеют замедленный или же умеренный темп старения (Рис. 5).



Рис. 5 Результаты исследования респондентов, проживающих в сельской местности

Исследования жителей города показали, что 37% респондентов имеют высокий коэффициент старения, а 63% испытуемых имеют умеренный темп старения.

Современные технологии в сельском хозяйстве, растениеводстве, повышение урожайности земель, увеличение количества натуральных продуктов, повсеместное водоснабжение и газоснабжение упрощают жизнь жителей сельской местности. Не последнюю роль в сохранении здоровья на природе играет то, что жители села имеют возможность вести более активный образ жизни, не так сильно страдают от шума, одиночества и других психологических проблем. Все вышеперечисленные причины являются главными факторами развития населения с низким биологическим возрастом и коэффициентом старения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Hofer S. M. Toward an integrative science of life-span development and aging / S. M. Hofer, A. M. Piccinin // Journal of Gerontology: Psychological Sciences. – 2010. – P. 269-278.
2. Горелкин А. Г., Пинхасов Б. Б. Способ определения биологического возраста человека и скорости старения: Патент 2387374 РФ: МПК А61В5/107, заявитель и патентообладатель ГУ НЦКЭМ СО РАМН. № 2008130456/14.

3. Чернышева, Е. Н. Изучение взаимосвязи индекса массы тела, артериальной гипертонии, уровня инсулина крови у пациентов с синдромом инсулинорезистентности / Е. Н. Чернышева, Т. Н. Панова, В. И. Балашов // *Естественные науки*. - 2004. - № 8. - С. 102-104.

4. Чернышева, Е. Н. Индуктор апоптоза - белок p53 и инсулинорезистентность при метаболическом синдроме / Е. Н. Чернышева, Т. Н. Панова // *Кубанский научный медицинский вестник*. - 2012. - № 9. - С. 186-190.

УДК: 543.632.542

*Котикова К.В., Морозова В.А, Читава Л.Е.
Научный руководитель Полуэктова В.А., д-р техн. наук, проф.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ БАЗАЛЬТОВОГО ВОЛОКНИСТОГО НАПОЛНИТЕЛЯ НА ПРОЦЕСС ОТВЕРЖДЕНИЯ ЭПОКСИДНОГО СВЯЗУЮЩЕГО

Композитные материалы - быстро развивающаяся и перспективная область науки и экономики [1]. Композитные материалы используются практически во всех отраслях промышленности благодаря доступности сырья и накопленному опыту применения. Дальнейшее совершенствование и расширение сферы их применения является важной задачей с точки зрения национального научно-технического развития и современных технологий.

Композитный материал (КМ) – это материал, состоящий как минимум из двух компонентов с разными свойствами. Важнейшим компонентом композита является матрица (связующее), которая обеспечивает монолитность материала и основные эксплуатационные свойства.

Для разработки состава выбрана эпоксидная матрица. Эпоксидные олигомеры и полимеры являются одними из лучших связующих для широкого спектра наполнителей. Преимущества эпоксидного связующего: хорошая адгезия к большинству наполнителей, уменьшенная усадка по сравнению с полиэфирными и фенольными материалами, отсутствие выделения летучих побочных продуктов при отверждении, высокая химическая стойкость, отличные электроизоляционные характеристики [2].

В качестве волокнистого наполнителя было выбрано базальтовое волокно. Базальтовое волокно обладает важными для качественных

композитов свойствами, такими как высокая ударная вязкость, высокая удельная прочность, жаростойкость, экологичность, высокая стойкость к коррозии и кислотам, низкая теплопроводность, приемлемая цена, проницаемость для радиоволн и отличные звукопоглощающие свойства. Также стоит отметить, что базальт – горная порода, запасы которой практически не ограничены[3]. Во время производства базальтовых волокон горная порода плавится, из нее вытягиваются нити, которые используются для таких вещей, как ткачество и ровница[4].

Для решения экологической проблемы региона с производством базальтового утеплителя IZOVOL в составе базальтофиброкомползите был использован измельченный отход производства. Измельчённый фиброаполнитель еще один перспективный наполнитель ПКМ. Важными преимуществами моноволокон являются их превосходные механические свойства (прочность, эластичность, износостойкость), широкий спектр сырьевой базы для их производства и высокая экономичность в производстве. Для получения материалов с широким спектром свойств используют различные методы модификации (химические, физические и физико-химические).

Влияние волокнистого наполнителя на отверждение эпоксидного связующего было оценено путем изменения времени гелеобразования, времени отверждения, максимальной температуры отверждения и энергии активации отверждения эпоксидного связующего.

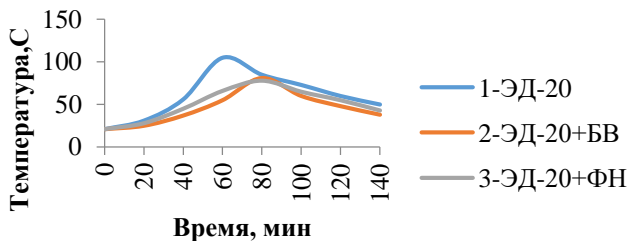


Рис. 1 – Кинетические кривые отверждения: 1 –ЭД-20; 2–ЭД-20+БВ; 3 – ЭД-20+ФН

Армирование эпоксидного связующего (рис. 1) базальтовыми волокнами и базальтовым фиброаполнителем измеряем кинетическими параметрами процесса отверждения эпоксидного композита.

По данным исследования [5], введение базальтовых нитей в отверждаемую эпоксидную матрицу снижает энергию активации с 58

до 49 кДж/моль и увеличивает степень отверждения с 96 до 98%. Это согласуется с проведенными исследованиями по определению влияния БВ и ФН на степень отверждения композита весовым методом. Расчет доли экстрагируемой фракции проводили по изменению массы образца измельченного композита до и после экстракции в ацетоне при температуре окружающей среды $20 \pm 2^\circ\text{C}$ в течение 24ч. Степень отверждения (в %), рассчитанная как разность между исходной массой образца и долей экстрагируемой фракции составила 97 и 98% процентов соответственно для БН и БВ.

В процессе изучения кинетики отверждения контролировали изменение температуры во время процесса с использованием скорости температурного сканирования $1^\circ\text{C}/\text{мин}$ [5]. В ходе этого исследования было определено время гелеобразования, которое соответствует началу резкого повышения температуры в процессе отверждения, а также время отверждения, которое соответствует достижению максимальной температуры отверждения.

Следует отметить, что, согласно исследованию авторов [6] (табл. 1), использование волокнистых наполнителей также повышает устойчивость разработанных композиционных материалов к воздействию высоких температур.

Таблица 1 – Физико-химические свойства эпоксидных композитов с базальтовой нитью [6]

Наполнитель	Начальная температура пиролиза, $^\circ\text{C}$	Коксовый остаток, мас.% при 600°C	Потери массы при поджигании образцов на воздухе, %
-	200	18	84
Базальтовая нить	250	72	42

Анализ представленных результатов испытаний в работе [7] по определению физико-химических свойств эпоксидных композитов позволяет предположить, что армирование эпоксидного связующего исследуемым базальтовым фиброволокном повысит начальную температуру пиролиза 50°C , увеличит коксовый остаток композита при 600°C на 54%, снизит потерю массы при поджигании композитных образцов на 42%.

Анализ кинетики отверждения показывает, что время гелеобразования и время отверждения, увеличиваются при введении БВ и ФН, по-видимому, потому, что химический состав волокнистого наполнителя влияет на кинетику образования пространственно сшитых

структур в реакционной пластичной матрице. Однако при введении волокнистых наполнителей наблюдается снижение максимальной температуры отверждения эпоксидной матрицы, что, вероятно, обусловленной структурными характеристиками волокнистых наполнителей, в частности аморфной природой армирующих волокон [8]. Это указывает на то, что пространственно сшитые матричные структуры образуются при более низких энергиях активации процесса отверждения и в более мягких условиях, которые, как правило, увеличивают степень отверждения полимерного композита.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дориомедов М. С. Российский и мировой рынок полимерных композитов (обзор] // Труды ВИАМ. 2020. №6-7. С. 29-37.
2. Студенцов, В.Н. Технология наполненных термореактопластов: учеб.пособие/ В.Н.Студенцов.– Саратов:СГТУ, 2005. С.84.
3. Айзенштейн, Э.М. Мировая и отечественная промышленность химических волокон в 2013 г. / Э.М. Айзенштейн // Химические волокна. - 2014. - №5. – С. 3-8.4
4. Бабаев, В. Б. Базальтовое волокно как компонент для микроармирования цементных композитов / В. Б. Бабаев, В. В. Строкова, В. В. Нелюбова // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2012. – № 4. – С. 58-61.
5. Кричевский, Г. Е. Химическая технология текстильных материалов. ООО «Информполиграф», Москва, 2000.С.79-83;
6. Plakunova E. V., M. V. Pinkas, O. A. Myznikova, L. G. Panova, Plast. Mas sy, 1,9-11 (2009)
7. Зубова Н. Г., Плакунова Е. В., В. М. Герасимова, Н. Л. Левкина, Т. П. Устинова, М. И. Лопухова, Кинетические исследования процесса отверждения эпоксидного связующего в присутствии волокнистых наполнителей различной химической природы и оценка свойств // Вестник технологического университета. 2022. Т.25, №7. С.91.
8. Бабаев, В. Б. Базальтовое волокно как компонент для микроармирования цементных композитов / В. Б. Бабаев, В. В. Строкова, В. В. Нелюбова // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2012. – № 4. – С. 58-61.

Кофанова Я.С.

*Научный руководитель: Киселев А. Л., ст. преп.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ФИЛОСОФИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

В современное время, особенно в последние десятилетия, в точных и естественных науках - математике и биологии - происходят сильные и динамичные изменения, особенно затрагивающие область информационных систем и технологий (ИСТ). Ученые обнаружили, что человеческий мозг имеет около 240 основных нейронных узлов, которые помогают воспроизводить 250 синаптических связей. И это при том очевидном факте, что для того, чтобы этот мозг функционировал как один человеческий мозг, потребуется около 5-6 миллионов квантовых компьютеров. Однако это поднимает самый актуальный вопрос современности: какова цель создания искусственного интеллекта?

Ведь существует целый ряд целей, которые может поставить популярная фантазия о восстании машин, которое может привести к беспрецедентному развитию человечества или даже к его вымиранию. Разумеется, такие оптимистические или пессимистические прогнозы не могут делаться бесосновательно и без какой-либо основы на научно-теоретических соображениях. Именно поэтому проблема ИИ требует детального рассмотрения с точки зрения науки и философии[6].

Уровень технологической зрелости ИИ предполагает использование набора ИИ-решений и наличие ИИ-стратегии, способствующих повышению его эффективности. С философской точки зрения здесь можно провести различие между имеющей место субъектно-объектной структурой, включающей как экспертов с соответствующими компетенциями, так и инфраструктуру, позволяющую реализовать значимые решения ИИ. Результатом этого взаимодействия является общий эффект охвата используемых решений ИИ. Однако низкие или отсутствующие нормативные барьеры в полной мере обнажают проблемы безопасности. С одной стороны, фиксируются риски того, что частные компании могут "отодвинуть" сотрудников от выполнения исследовательских программ, не соответствующих их коммерческим интересам, и это может привести к развитию технологий ИИ, которые будут функционировать небезопасно или неприемлемо[2].

В середине XVIII в. французский философ-материалист Ж.О. де Ламетри анонимно опубликовал свое широко известное сочинение «Человек-машина», первый труд в философии, в котором рассматривался вопрос о взаимоотношениях между людьми и безжизненными машинами, рассматривая человека как набор пружин, своего рода часовой механизм. Он был первым, кто сделал это. Хотя де Ламбер со своими наивными взглядами не мог подтвердить дальнейшее развитие науки, он смог поставить новые вопросы гносеологии, область которой вслед за Р. Декартом именуют дуализмом в философии. Придерживаясь крайнего дуализма, де Ламетри настаивал на полном различии разума и тела, а также на абсолютной равнозначности механической природы человека и остального мира, что сыграло большую роль в формировании общего механицизма[5].

Спустя два столетия философия вернулась к этой идее, но совершенно с противоположной стороны, а именно – может ли машина в каком-то смысле являться подобием человека, и может ли человек не только искусственно воспроизвести тело, но и наделить его разумом. «Могут ли машины мыслить?» — такой вопрос поставил в 1950 г. британский математик и логик Алан Тьюринг. В своей работе о вычислимости функций «Вычислительные машины и разум», опубликованной совместно с американским математиком и логиком А. Черчем, Тьюринг предложил тест для определения того, является ли что-то разумным или нет. Такой тест Тьюринга заставлял виртуальную машину Тьюринга признать существование искусственного интеллекта (ИИ) в тестируемой машине, если по результатам системы вопросов-ответов (или входов-выходов) собеседник не может отличить человека от компьютера[3].

В 1980 году американский философ Дж. Р. Серль опубликовал небольшую работу «Сознание, мозг и программы», в которой доказал невозможность создания мощного искусственного интеллекта, напоминающего человеческий мозг, с помощью созданного им мысленного эксперимента. Этот эксперимент, известный как «Китайская комната» вызвал бурные споры среди ученых разных стран[4].

Социолог Бруно Латур считал, что для Нового времени характерна особая «Конституция»: есть человек и есть все, что им не является – такое положение дел стало возможным в результате «очистки». Однако в реальности кроме очищения есть еще и «гибриды» – иные агенты. Философы Нового времени не учитывают их и делают все возможное, чтобы говорить только о рациональности и человеке. Латур ратует за то, чтобы существование «гибридности» было признано, и потому нам

необходимо объявить в качестве теоретической задачи построение такого мышления, которое позволит исследовать эти гибриды[1].

В прошлом техника отвечала на конкретные житейские проблемы в жизни – еда, жилье, транспорт и борьба с врагами. Философия занималась общими проблемами мироздания, которые мы не можем изменить сами, такими как природа сущности, универсалии, пространство и время. Техника была практической, философия – умозрительной. Теперь сила техники распространяется на фундаментальные свойства Вселенной, а философия пользуется возможностью определить и эффективно изменить эти свойства, а не спекулировать на них. Техника конца XX и тем более XXI в. – это уже не орудийно-прикладная, а фундаментальная техника. Благодаря углублению науки в микро и макро, в структуру мозга, в законы генетики и информатики, наука может проникнуть к самым истокам бытия и в будущем изменить его исходные параметры или задать параметры для других видов бытия. Это онготехника, которая может создавать новые сенсорные среды и способы их восприятия, новые виды организмов и искусственные формы разума. Тем самым техника уже не уходит от философии, а заново встречается с ней у самых истоков бытия, первооснова того, что считалось прерогативой метафизики. В перспективе нового синтеза философии и технологии вырастает техносфия, которая теоретически мыслит о происхождении и практически утверждается в альтернативных формах материи, жизни и разума.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Харман Грэм Государь сетей: Бруно Латур и метафизика // Философско-литературный журнал «Логос». - 2014. - №4. - С. 229-248.
2. Лешкевич Т.Г. Искусственный интеллект в контексте философского осмысления // Вопросы философии. 2023. № 5. С. 50–60.
3. Эпштейн М.Н. От анализа к синтезу. О призвании философии в XXI веке // Вопросы философии. 2019. № 7. С. 52–63.
4. Нечаев С. Ю. Китайская комната Дж. Р. Серля в контексте проблем философии искусственного интеллекта // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Философия. Психология. Педагогика. - 2010. - №4. - С. 19-23.
5. Лысикова Н.В., Монастырская И.А. Искусственный интеллект и проблемы цифровизации в современном обществе // Экономика. Общество. Человек: Материалы национальной научно-практической конференции с международным участием. Белгород, 2020. - Белгород:

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2020. - С. 167-174.

6. Сидельников А.Е., Монастырская И.А. Роль цифровой трансформации в социальных взаимодействиях // Экономика. Общество. Человек: Материалы национальной научно-практической конференции с международным участием. Белгород, 2021. - Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2021. - С. 312-320.

УДК 628.16

Красильников И.О.

Научный руководитель: Чигаев И.Г., канд. техн. наук, доц.

Алтайский государственный технический университет

им. И.И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА ВНЕКОРНЕВУЮ ПОДКОРМКУ РАСТЕНИЙ

Мировое сельское хозяйство с каждым годом производит все большее количество продукции. Для увеличения урожайности применяются большое количество различных видов удобрений каждое из которых отличается своими особенностями. Такими как форма, спектр и пролонгированность действия, способ внесения. Рост производства минеральных удобрений непосредственно связан с количеством их потребления. За последние 5 лет крупнейшие производители удобрений увеличили объемы производства более чем на 20% (рисунок 1) [1].

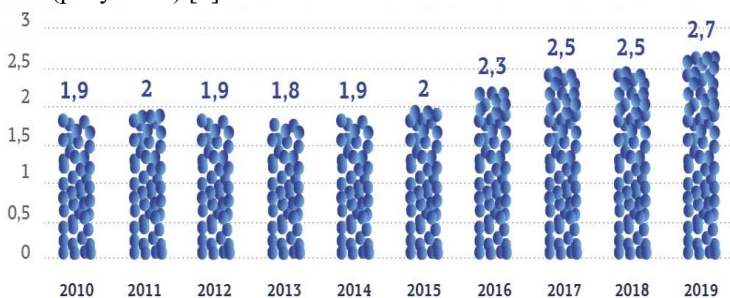


Рис. 1 – Динамика потребления минеральных удобрений сельскохозяйственными предприятиями за 2010-2019 год, млн т в пересчете на 100% питательных веществ

Одним из наиболее востребованных и эффективных способов внесения элементов питания является внекорневая подкормка, которая за последние несколько десятилетий стала общепринятой в агрономической практике. Основным ее преимуществом является быстрая доставка питательных микроэлементов в такие периоды развития растений как цветение, развитие плода, замедление роста вследствие засухи или же в зонах рискованного земледелия [2].

Механизм поглощения минеральных веществ листьями ничем не отличается от точно такого же процесса в корневой системе. Происходит процесс обмена ионов между раствором и твердой фазой листа, этот процесс почти мгновенно происходит на поглощающей поверхности [3].

На внекорневую подкормку влияет множество факторов. Можно выделить следующие показатели, оказывающие наиболее заметное влияние:

- взвешенные органические и неорганические примеси в форме ила, глины, песка способны сорбировать активные компоненты удобрения снижая его эффективность;

- высокая минерализация воды, используемой для приготовления раствора, может снижать растворимость действующих компонентов, а также соли способны выкристаллизовываться на поверхности оборудования, выводя его из строя;

- жесткость воды способна приводить в осадок основные действующие компоненты удобрения, это в значительном количестве приведет к снижению их эффективности.

Отдельно следует отметить влияние температуры воды. Вода из скважины, которая чаще всего используется для приготовления таких растворов, имеет температуру порядка (4-8)°С, что может привести к увеличению времени растворимости целевых компонентов [4].

Главной особенностью подземных вод Алтайского края является повышенная минерализация и смена на некоторой глубине карбонатных кальциево-натриевых натриево-кальциевыми, затем – содовыми. Последние формируются при определенной минерализации на определенной стадии их взаимодействия с горными породами в результате процессов континентального засоления [5].

Некондиционность подземным водам придают отдельные компоненты (фтор, марганец, железо, барий) и некоторые другие. Воды характеризуются высокой минерализацией от 200 до 3000 мг/дм³ и общей жесткостью от 4 до 46 мг-экв/дм³ (рисунок 2) [6].

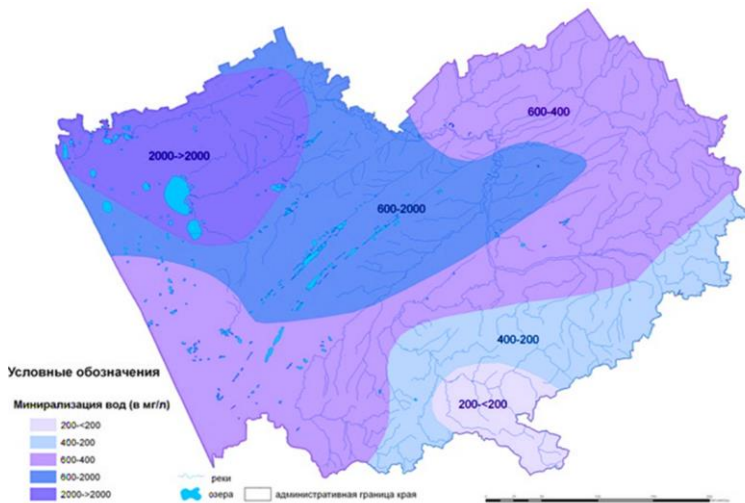


Рис. 2 – Минерализация подземных вод Алтайского края

Результаты исследований свидетельствуют о значительном влиянии качества воды на внекорневую подкормку растений. Это говорит о необходимости использования грамотно подобранной системы водоподготовки. Существует большое количество различных способов умягчения и обессоливания подземных вод для сельского хозяйства, но наиболее перспективными и доступными являются ионный обмен и обратный осмос.

Метод обратного осмоса заключается в фильтровании подземных вод под давлением через полупроницаемые мембраны, пропускающие растворитель и полностью или частично задерживающие молекулы либо ионы растворенных веществ. В основе способа лежит явление осмоса – самопроизвольного перехода растворителя через полупроницаемую перегородку в раствор. Давление, при котором наступает равновесие, называется осмотическим. Если со стороны раствора приложить давление, больше осмотического, то перенос растворителя будет осуществляться в обратном направлении, что отражается в названии процесса «обратный осмос». Установки обратного осмоса позволяют удалить более 99 % растворенных соединений, в том числе кальция и магния [7].

Метод ионного обмена представляет собой процесс взаимодействия раствора с твердым веществом – ионитом, обладающим способностью обменивать ионы, содержащиеся в нем, на ионы, присутствующие в растворе. Ионный обмен применяют для глубокой

очитки вод от ионов цветных и тяжелых металлов, корректировки минерального состава, умягчения и снижения общего соледождения [8].

Применение для водоподготовки какого-либо из этих методов позволит повысить эффективность водорастворимых удобрений, применяемых для внекорневой подкормки, а также решит проблему высокой минерализации подземных вод, используемых в растениеводстве, все это в конечном итоге приведет к увеличению количества и качества урожая.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рынок минеральных удобрений в России 2020: уверенный рост вопреки кризису // Delovoy profil URL: <https://delprof.ru/press-center/open-analytics/rynok-mineralnykh-udobreniy-v-rossii-2020-uverennyu-rost-vopreki-krizisu/> (дата обращения: 14.05.2023).

2. Лукьяненко Е.А. Некорневое питание растений практика применения, проблемы, перспективы // Фермер. Поволжье, 2015. №1 (32). С. 40-43.

3. Некорневая подкормка // Пестициды.ru URL: https://www.pesticide.ru/dictionary/foliar_fertilizing (дата обращения: 14.05.2023).

4. Мязин Н.Г. Система удобрения: учебное пособие. – Воронеж: ФГОУ ВПО ВГАУ, 2009. 350 с.

5. Сомин В.А., Заносова В.И., Комарова Л.Ф. Актуальные проблемы качества поверхностных и подземных вод алтайского края и возможные пути их решения // Водные ресурсы, 2016. №1. С. 70.

6. Заносова В.И. Водно-ресурсный потенциал Западно-Сибирского региона и его роль в устойчивом развитии мелиоративно-водохозяйственных систем АПК (на примере Алтайского края): автореф. дис. доктора сельск. наук: 06.01.02. Барнаул, 2011. 36 с.

7. Дытнерский Ю.И. Обратный осмос и ультрафильтрация. - 1 изд. - Москва: Издательство "Химия", 1978. 352 с.

8. Комарова Л. Ф. Сомин В. А. Инженерные методы защиты гидросферы. - Барнаул: АлтГТУ, 2020. 281 с.

УДК 539.123

Кузьяк Д.В.

*Научный руководитель: Тирон О.В., преп.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ЭЛЕМЕНТАРНАЯ ЧАСТИЦА НЕЙТРИНО

Нейтрино представляет собой элементарные частицы, которые движутся со скоростью света, не имеют электрического заряда, способны проходить сквозь обычную материю почти нетронутыми и поэтому их чрезвычайно трудно обнаружить. Считается, что нейтрино обладают ничтожной, но ненулевой массой, слишком малой, чтобы ее можно было измерить. Обычно они обозначаются греческой буквой ν .

Таблица 1 Основные общие характеристики нейтрино

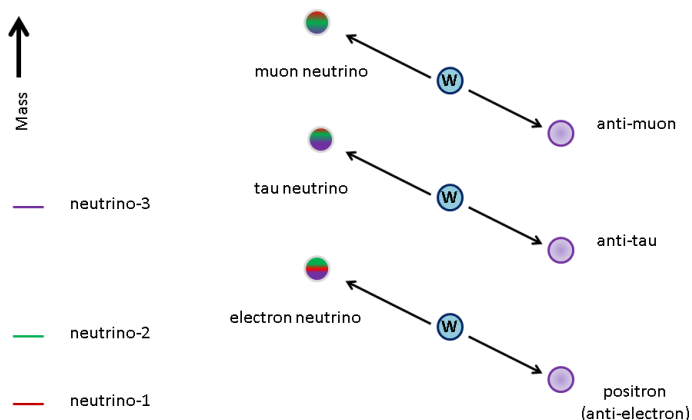
Характеристика	Значение
Спин J	1/2
Четность P	не определена
Электрический заряд Q	0
Время жизни t	$\rightarrow \infty$ (стабильно)
Барионный заряд B	0

Нейтрино образуются в результате определенных типов радиоактивного распада или ядерных реакций. Существует три типа нейтрино: электронные нейтрино, мюонные нейтрино и тау-нейтрино. У каждого типа также есть партнер из антивещества, называемый антинейтрино [1].

Электронные нейтрино генерируются всякий раз, когда протоны превращаются в нейтроны, в то время как электронные антинейтрино генерируются всякий раз, когда нейтроны превращаются в протоны. Взаимодействия с участием нейтрино обычно опосредуются слабым ядерным взаимодействием. Процесс β -распада записывается так:



где X_1 – распадающееся ядро, X_2 – образовавшееся ядро.



M. Strassler 2011

Рис. 1 Типы нейтрино и нейтринные осцилляции

Большинство нейтрино, проходящих через Землю, исходит от Солнца, и более 50 триллионов солнечных электронных нейтрино проходят через человеческое тело каждую секунду [2].

Нейтрино имеет полуцелый спин и является фермионом. Поскольку это электрически нейтральный лептон, нейтрино взаимодействует ни посредством сильного, ни посредством электромагнитного взаимодействия, а только посредством слабого взаимодействия и гравитации.

Поперечное сечение при слабых ядерных взаимодействиях очень мало, нейтрино могут проходить сквозь вещество практически беспрепятственно. Обнаружение нейтрино является сложной задачей, требующей больших объемов детектирования или высокоинтенсивных искусственных нейтринных пучков [3].

Стандартная модель физики элементарных частиц предполагает, что нейтрино не имеют массы, хотя добавить массивные нейтрино в базовую структуру несложно. Самый сильный верхний предел масс нейтрино исходит из космологии: модель Большого взрыва предсказывает, что существует фиксированное соотношение между числом нейтрино и числом фотонов в космическом микроволновом фоне. Строгое ограничение вытекает из тщательного анализа космологических данных, таких как космическое микроволновое фоновое излучение, обзоры галактик и леса Лайман-альфа. Это указывает на то, что сумма масс нейтрино должна быть меньше 0,3 эВ [4].

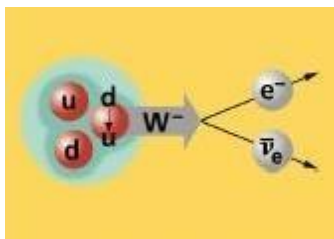


Рис. 2 Схема β -распада нейтрона через испускание виртуального W^- -бозона

В 1998 году результаты исследований на детекторе нейтрино Super-Kamiokande определили, что нейтрино действительно колеблются и, следовательно, имеют массу. Эксперимент чувствителен только к разнице в квадратах масс. Известно, что эти различия очень малы, около 0,05 эВ. Наилучшая оценка разницы в квадратах масс собственных состояний была опубликована Камландом в 2005 году: $\Delta m_{21}^2 = 0,000079 \text{ эВ}^2$ [5].

В 2006 году в эксперименте MINOS измерили колебания от интенсивного пучка мюонных нейтрино, определив разницу в квадратах масс между собственными состояниями массы нейтрино. Первоначальные результаты показывают, что $\Delta m_{23}^2 = 0,0031 \text{ эВ}^2$, что согласуется с предыдущими результатами [6].

В настоящее время предпринимается ряд попыток непосредственно определить абсолютный масштаб массы нейтрино в лабораторных экспериментах. Применяемые методы включают ядерный β -распад или безнейтринный двойной β -распад.

Экспериментальные результаты показывают, что (почти) все полученные и наблюдаемые нейтрино имеют левостороннюю спиральность (спины антипараллельны импульсам), а все антинейтрино имеют правостороннюю спиральность в пределах погрешности. В безмассовом пределе это означает, что для любой частицы наблюдается только одна из двух возможных хиральностей. Это единственные хиральности (свойства молекул не совмещаются в пространстве со своим зеркальным отражением), включенные в Стандартную модель взаимодействия частиц [7].

Нейтрино представляет научный интерес, поскольку из него может получиться исключительный зонд для исследования сред, которые обычно скрыты с точки зрения других методов наблюдения, таких как оптическое и радионаблюдение.

Наиболее важное применение нейтрино заключается в наблюдении за сверхновыми, взрывами, которые обрывают жизнь очень

массивных звезд. Фаза коллапса ядра сверхновой - это событие почти невообразимо плотной плотности и энергии. Она настолько плотна, что ни одна известная частица, за исключением нейтрино, не способна вырваться из продвигающегося фронта ядра. Следовательно, известно, что сверхновые высвобождают примерно 99% своей энергии при быстром (10 секунд) выбросе нейтрино [8]. В результате полезность нейтрино в качестве зонда для этого важного события в гибели звезды трудно переоценить.

В физике элементарных частиц главным достоинством изучения нейтрино является то, что они, как правило, являются примерами частиц с наименьшей массой и, следовательно, наименьшей энергией, теоретизированными в расширениях Стандартной модели физики элементарных частиц. Например, можно было бы ожидать, что если существует четвертый класс фермионов помимо электронного, мюонного и тау-поколений частиц, то нейтрино четвертого поколения будет проще всего генерировать в ускорителе частиц [9].

Нейтрино также можно было бы использовать для изучения эффектов квантовой гравитации. Поскольку на них не влияют ни сильное взаимодействие, ни электромагнетизм, и поскольку они обычно не встречаются в составных частицах (в отличие от кварков) или не подвержены почти мгновенному распаду (как многие другие частицы стандартной модели), возможно, удастся выделить и измерить гравитационные эффекты на нейтрино на квантовом уровне [10].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Super-Kamiokande. Super-Kamiokande at UC Irvine. Retrieved on July 14, 2003.
2. G. A. Tammann, F. K. Thielemann, D. Trautmann (2003). Opening new windows in observing the Universe (English). Europhysics News. Retrieved on 2006-06-08.
3. Bahcall, John N. (1989). Neutrino Astrophysics. Cambridge University Press. ISBN 0-521-35113-8.
4. Griffiths, David J. (1987). Introduction to Elementary Particles. Wiley, John & Sons, Inc. ISBN 0-471-60386-4.
5. Perkins, Donald H. (1999). Introduction to High Energy Physics. Cambridge University Press. ISBN 0-521-62196-8.
6. Povh, Bogdan (1995). Particles and Nuclei: An Introduction to the Physical Concepts. Springer-Verlag. ISBN 0-387-59439-6.
7. Tipler, Paul; Llewellyn, Ralph (2002). Modern Physics (4th ed.). W. H. Freeman. ISBN 0-7167-4345-0.

8. M. Maltoni et al. (2004). "Status of global fits to neutrino oscillations". NJP 06: 122. arXiv:hep-ph/0405172

9. R. N. Mohapatra et al. (APS neutrino theory working group) (2005). "Theory of neutrinos: a white paper". preprint. arXiv:hep-ph/0510213

A. Goobar, S. Hannestad, E. Mörtzell and H. Tu (2006). "A new bound on the neutrino mass from the SDSS baryon acoustic peak". JCAP 06: 019. arXiv:astro-ph/0602155

УДК 620.197.3

Курьято Н.А.¹, Брыксина В.А.², Айдемирова Ф.А.², Байшева У.В.²

¹Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве, г. Тамбов, Россия

²Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина, г. Тамбов, Россия

РАСТИТЕЛЬНЫЕ ЭКСТРАКТЫ КАК СПОСОБ ЗАЩИТЫ МЕТАЛЛОВ ОТ КОРРОЗИИ В КИСЛЫХ СРЕДАХ

Наиболее широко используемым сплавом в промышленных процессах, производстве и строительстве является сталь из-за ее превосходных механических качеств, легкой доступности и, что наиболее важно, низкой стоимости производства. Воздействие кислот на стальную поверхность приводит к проблемам с коррозией. Кислоты часто используются в промышленных процессах, таких как переработка сырой нефти, травление, промышленная очистка, кислотное окалинообразование, нефтехимические процессы и др. Присутствие соляной кислоты может вызвать коррозию труб, что приведет к снижению добычи нефти.

Добавление ингибиторов коррозии является одним из способов защиты стали от коррозии. Ингибиторы коррозии — это вещества, которые уменьшают или предотвращают реакцию металла с окружающей средой при добавлении в низких концентрациях к коррозионно-агрессивной среде. Синтетические химические вещества, такие как органические и неорганические соединения, широко используются в качестве ингибиторов коррозии. Однако эти химические соединения довольно дороги и вредны для всей экосистемы. Осведомленность о токсическом воздействии этих химических веществ на экосистемы побудила исследователей и ученых во всем мире найти более эффективные и надежные ингибиторы, которые были бы нетоксичными и в то же время рентабельными. В последние годы натуральные продукты стали экономически

эффективными и экологически безопасными ингибиторами коррозии, и им уделяется значительное внимание. В настоящее время разработка и исследование ингибиторов зеленой коррозии в основном сосредоточены на следующих аспектах: растительные экстракты, лекарства и некоторые нетоксичные и экологически чистые поверхностно-активные вещества. Экстракты растений стали одними из самых популярных ингибиторов зеленой коррозии благодаря простоте процесса их приготовления, широкому выбору материалов, малому вреду для окружающей среды и человека. Экстракты растений обычно содержат много видов органических веществ, таких как аминокислоты, полифенолы, дубильные вещества, флавоны, алкалоиды и другие активные ингредиенты. Эти активные ингредиенты богаты гетероатомами (N, O, P, S и т. д.), сопряженными двойными связями, полярными функциональными группами и т. д. Защитная пленка может образовываться на поверхности металла за счет некоторых активных адсорбционных групп и связывания поверхности металла, что приводит к отличному ингибирующему эффекту. Экстракт растений является идеальной альтернативой дорогим и токсичным традиционным ингибиторам.

В работе [1] с использованием электрохимических измерений была изучена эффективность растительного экстракта «Ксилокарпуса». Он содержит в своём составе фенольные и флавоноидные кислоты, используемые в качестве ингибиторов коррозии. По результатам поляризационных измерений в 1М HCl, при концентрации ингибитора 500 мг/л защитное действие составляет $\approx 64\%$.

Авторами [2] был получен водный экстракт дикого перца, который использовали в качестве ингибитора коррозии для защиты углеродистой стали в растворе HCl. По результатам коррозионных испытаний данный экологичный ингибитор показал высокую защитную эффективность ($Z \approx 98,7\%$). Также было установлена эффективность долговременного ингибирования коррозии, которая довольно высока и может поддерживаться при относительно более высокой температуре.

В [3] было исследована эффективность экстракта кочана подсолнуха в качестве ингибитора коррозии в кислых средах (1М HCl и 0,5М H₂SO₄). На основе механизма коррозии получен механизм ингибирования (Рис. 1 (в) и (г)). Практически полная пленка из анионов образуется на поверхности углеродистой стали при температурах ниже 305K в HCl и H₂SO₄.

Также ими было установлено, что активные центры покрываются анионами при низких температурах, и поэтому преобладает механизм физической адсорбции. Напротив, при высоких температурах активные

центры обнажаются и, таким образом, преобладает механизм химической адсорбции. Следовательно, физическая адсорбция уменьшается, а химическая адсорбция увеличивается с повышением температуры.

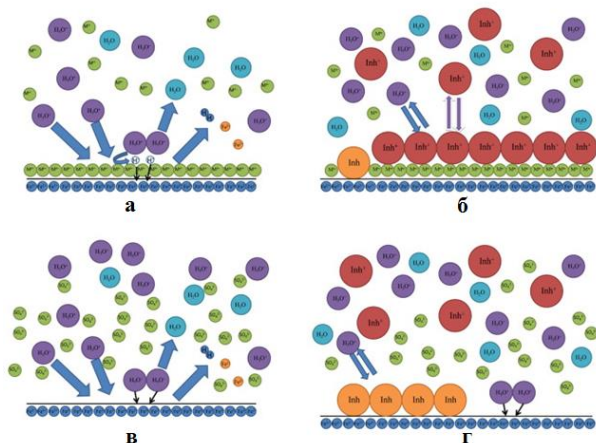


Рис. 1 Механизм коррозии и адсорбции: а) в 1 М HCl при 298–313 К или в 0,5 М H₂SO₄ при 298 и 303 К; б) в 0,5 М H₂SO₄ при 313 К; в) в присутствии экстракта подсолнуха в 1 М HCl при 298–313 К или в 0,5 М H₂SO₄ при 298 и 303 К; г) в присутствии экстракта подсолнуха в 0,5 М H₂SO₄ при 313 К.

Rajesh и соавторы [4] исследовали использование экстракта мускатного ореха в качестве экологичного ингибитора коррозии в 0,5М H₂SO₄. Потенциодинамические поляризационные исследования показывают, что этот природный продукт является ингибитором смешанного типа и действует как адсорбционный ингибитор, поэтому при увеличении концентрации ингибитора (до 500 мг/л) эффективность ингибирования увеличивается до 87,81%. Адсорбционное поведение экстракта мускатного ореха было дополнительно подтверждено путем получения фотографий со сканирующего электронного микроскопа и изображений АСМ поверхностей, подвергшихся воздействию ингибированного раствора, результаты согласуются как с электрохимическими испытаниями, так и гравиметрическими.

Скорлупу плодов дерева *Humanaea stigonocarpa* [5] использовали в качестве ингибитора коррозии стали в растворе серной кислоты. По данным электрохимических измерений было установлено, что ингибитор тормозит катодный процесс, а эффективность его составляла 87,2%.

Экстракт молочая [6] проявляет хорошие ингибирующие свойства в 1 М растворах HCl при 30 °С по отношению к углеродистой стали. Эффективность ингибитора коррозии увеличивается с увеличением концентрации, а максимальное значение Z (%) около 93% достигается при 0,3 г л. По данным поляризационных измерений было установлено, что ингибитор принадлежит к смешанному типу. Адсорбция экстракта молочая хорошо описывается изотермой адсорбции Ленгмюра и рассчитанным значением $\Delta G_{\text{адс}}$ показывает, что механизм адсорбции этого соединения на поверхности углеродистой стали в 1 М растворе HCl в основном обусловлен физической сорбцией.

Исследователями из Китая [7] было изучено эффективность экстракта из листьев бамбука в качестве ингибитора коррозии в кислой среде. Данный экстракт состоит из многочисленных природных органических соединений. Соответственно, ингибирующее действие можно объяснить адсорбцией его компонентов на поверхности стали. Водно-этанольный экстракт листьев бамбука в основном содержит флавоноиды, аминокислоты и амалоузу. Также можно отметить, что эти соединения содержат много атомов O, N в функциональных группах (O–H, C=O, C–O, N–H) и O–гетероциклические кольца, отвечающие общим характеристикам типичных ингибиторов коррозии.

В работе [8] в качестве ингибитора коррозии использовали экстракт юстиции с ивовыми листьями. Защитная эффективность достигает 93 % при концентрации 150 ppm. Результаты импедансной спектроскопии показали, что сопротивление переносу заряда увеличивается с увеличением концентрации экстракта. Установлено, что адсорбция молекул ингибитора на поверхности мягкой стали подчиняется изотерме адсорбции Ленгмюра. Увеличение энергии активации коррозионного процесса в присутствии экстракта свидетельствует о физической адсорбции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Prifiharni, S. Extract sarampa wood (*Xylocarpus Moluccensis*) as an eco-friendly corrosion inhibitor for mild steel in HCl 1M / S. Prifiharni, G. Mashanafie, G. Priyotomo, A. Royani, B. Elya, J.W. Soedarsono // *Journal of the Indian Chemical Society*. – 2022. – Vol. 99. – Iss. 7. – P. 100520.
2. Liao, B. Insight into the anti-corrosion performance of *Acanthopanax senticosus* leaf extract as eco-friendly corrosion inhibitor for carbon steel in acidic medium / B. Liao, Z. Luo, S. Wan, L. Chen // *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*. – 2023. – Vol. 117. – P. 238-246.

3. Wang, J. Sunflower-head extract as a sustainable and eco-friendly corrosion inhibitor for carbon steel in hydrochloric acid and sulfuric acid solutions / J. Wang, X. Ma, M. Tabish, J. Wang // Journal of Environmental Chemical Engineering. – 2022. – Vol. 367. – P. 120429.

4. Haldhar, R. Myristica fragrans extract as an eco-friendly corrosion inhibitor for mild steel in 0.5 M H₂SO₄ solution / R. Haldhar, D. Prasad, A. Saxena // Journal of Molecular Liquids. – 2018. – Vol. 6. – Iss. 2. – P. 2290-2301.

5. Spinelli, A. Application of Hymenaea stigonocarpa fruit shell extract as eco-friendly corrosion inhibitor for steel in sulfuric acid / Everton de Britto Policarpi, A. Spinelli // Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers. – 2020. – Vol. 116. – P. 215-222.

6. El Bribri, A. The use of Euphorbia falcata extract as eco-friendly corrosion inhibitor of carbon steel in hydrochloric acid solution / A. El Bribri, M. Tabyaoui, B. Tabyaoui, H. El Attari, F. Bentiss // Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers. – 2013. – Vol. 141. – Iss. 1. – P. 240-247.

7. Li, X. Inhibition of the corrosion of steel in HCl, H₂SO₄ solutions by bamboo leaf extract / X. Li, S. Deng, H. Fu // Corrosion Science. – 2012. – Vol. 62. – P. 163-175.

8. Satapathy, A.K. Corrosion inhibition by Justicia gendarussa plant extract in hydrochloric acid solution / A.K. Satapathy, G. Gunasekaran, S.C. Sahoo, K. Amit, P.V. Rodrigues // Corrosion Science. – 2009. – Vol. 51. – Iss. 12. – P. 2848-2856.

УДК 666.1.001.5

Линец В.В.

Научный руководитель: Онищук В.И., канд. техн. наук, проф.
*Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ ТУГОПЛАВКОГО СТЕКЛА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОКРАШЕННЫХ СИТАЛЛОВ

Стекло и кристаллы уже давно привлекают внимание научных и промышленных кругов. Они используются в различных отраслях, таких как электроника, медицина, оптика и ювелирное дело. Одним из наиболее интересных применений стекла и кристаллов является создание цветных ситаллов, которые используются в ювелирном производстве и декоративном искусстве. Однако для создания качественных цветных ситаллов необходимо иметь базовые

тугоплавкие стекла, которые обладает определенными физическими и химическими свойствами [1] и при определенном режиме термообработки формируют тонкокристаллические структуры.

Для исследования возможности получения высокотемпературного стекла был смоделирован следующий химический состав (Табл. 1).

Таблица 1 – Химический состав исследуемого стекла в масс. %

SiO ₂	Al ₂ O ₃	ZnO	TiO ₂	PbO	K ₂ O
47,12	21,29	15,48	6,37	3,17	2,98
MgO	CaO	Na ₂ O	CuO	Cr ₂ O ₃	-
1,77	0,93	0,54	0,18	0,17	-

В соответствии химическому составу стекла был рассчитан рецепт шихты на 100 масс. ч. стекла (Табл. 2), в котором для чистоты эксперимента в основном использовались оксиды; исключение составили соли натрия и калия.

Таблица 2 – Рецепт шихты

Кварцевый песок	Глинозем	Цинковые белила	Титановые белила	Свинцовый глет	Поташ
49,08	21,51	16,27	6,43	3,65	5,00
Оксид магния	Оксид кальция	Сода	Натриевая селитра	Оксид меди	Оксид хрома
1,81	0,95	0,91	0,03	0,18	0,17

Экспериментальные шихты приготавливались путем взвешивания материалов на технических весах с ручной гомогенизацией в фарфоровой ступке. Партии сырья (~50 г) перемешивали вначале частями, затем тщательно перемешивали всю массу и увлажняли до влажности 12%.

Для удобства догрузки шихты в печь в процессе варки использовали брикетирование сыпучей шихты в пресс форме ударным способом. В результате получались брикеты в форме таблеток (Рис. 1а).

Брикеты, масса которых составляла порядка 6 г., подвергали нагреву в лабораторной печи “Термокерамика” на корундовых подложках со скоростью ~ 4°С/мин до температур 1100, 1200, 1300°С с выдержкой при фиксированной температуре в течение 1 часа. Термообработка при температуре 1400°С с выдержкой 1 ч. осуществлялась в корундовых тиглях в высокотемпературной стекловаренной печи (Рис. 1б).

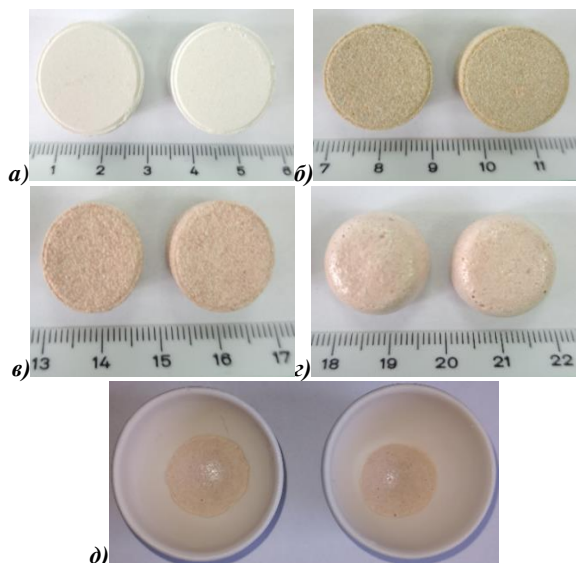


Рис. 1 Форма и цвет обожжённых образцов при различной температуре: *a* –необожжённый брикет; *б* –1100°C; *в*–1200°C; *г* –1300°C; *д* –1400°C.

Как видно из (Рис. 1*a*), необожжённый образец имеет цвет бледного, слабо бледносалатового оттенка, потому что шихта имеет в своем составе краситель зеленого цвета – Cr_2O_3 .

На (Рис. 1*б*, 1*в*, 1*г*, 1*д*) наблюдается не только изменение структуры (степени оплавленности) образцов, но и изменение их цвета от светло зеленого до коричневого и бежево-розового. Это явление объясняется тем, что в химическом составе образцов присутствует оксид меди, который может окрашивать аморфную часть в красные и коричневые цвета. Также на формирование цвета образцов при оплавлении мог повлиять входящий в состав стекла нуклеатор кристаллизации TiO_2 , который может придавать стеклу белизну, «разбавляющую» красноватый оттенок, образующийся при частичном восстановлении коллоидных частичек меди, получаемых при восстановлении ее оксида. Непрозрачность, матовость стеклофазы может также объясняться незавершенными стадиями стеклообразования или образованием кристаллической структуры при кристаллизации снизу, до образования аморфной стеклофазы.

При 1300°C (Рис. 1*г*) отмечается активное образование стеклофазы и образцы начинают оплаиваться, а в их объеме и на поверхности

отмечаются наличие газообразных включений, являющихся следствием протекания термической диссоциации солей натрия и калия.

Для исследования процесса кристаллизации был выполнен рентгенофазовый анализ термообработанных материалов.

Кристаллические фазы идентифицировали путем сравнения с базой данных ICDD PDF [2].

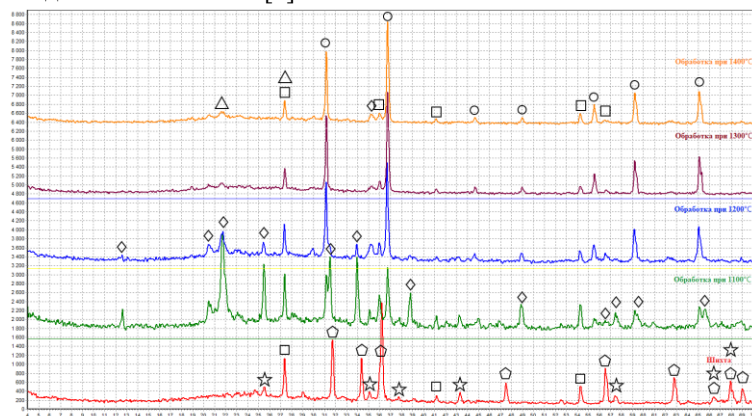


Рис. 2 Дифрактограммы образцов стекольной шихты, обработанной при различных температурах: Красный – необожжённый брикет; Зеленый – 1100°C; Синий – 1200°C; Коричневый – 1300°C; Оранжевый – 1400°C.

□ - TiO₂, ○ - ZnAl₂O₄, △ - SiO₂, ◇ - ZnSiO₄, ☆ - Al₂O₃, ☆ - ZnO

Результаты расшифровки дифрактограмм показали, что при температурной обработке 1100°C фаза ZnO исчезла в результате твердофазной реакции с оксидом кремния с образованием виллемита (ZnSiO₄). Сохранилась фаза рутила, а в результате взаимодействия оксида алюминия с оксидом цинка образовалась кристаллическая фаза, идентифицированная как ганит.

После обработки при 1200°C сохранились фазы виллемита, ганита, рутила и оксида кремния. Стоит отметить, что интенсивность пиков виллемита снижается в процессе повышении температуры, что объясняется массообменом с увеличением доли цинковой шпинели – ганита (ZnAl₂O₄).

Повышение температуры обработки до 1300 и 1400 °C сопровождается уменьшением интенсивности пиков рутила. Соответственно, при нагревании образцов до конечной температуры появляется явные пики ганита, который представляет основную кристаллическую фазу при температурах обработки 1300 и 1400°C.

Помимо основной фазы ганита, наблюдают вторичные кристаллические фазы рутила и кварца.

В процессе варки стекла выбранного состава, в ходе неконтролируемого охлаждения был получен образец с тонкозакристаллизованной структурой (Рис. 3)

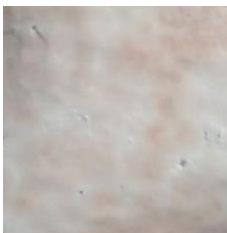


Рис.3. Тонкозакристаллизованный образец в ходе неуправляемого охлаждения

При измерении плотности спека гидростатическим методом, образец показал плотность равную $2,99 \text{ г/см}^3$ и твердость измеренную методом черты по шкале Мооса свыше 7.

Изучение ситаллов и тонкозакристаллизованных материалов представляет собой актуальную тему в наше время, поскольку эти материалы обладают уникальными свойствами, которые могут быть использованы в различных областях, включая электронику, энергетику, медицину и технологии [3,4].

Подобные материалы обладают высокой степенью упорядоченности атомной структуры, что позволяет им обладать уникальными оптическими, электрическими и механическими свойствами. Тонкозакристаллизованные материалы, в свою очередь, представляют собой материалы с мелкозернистой структурой, что придает им высокую прочность, твердость и износостойкость [4,5].

Изучение этих материалов может привести к разработке новых материалов с уникальными свойствами, которые могут быть использованы для создания более эффективных и инновационных устройств и систем.

Таким образом, изучение ситаллов и тонкозакристаллизованных материалов является необходимым и интересным направлением в науке и технологии, которое может привести к разработке новых материалов и технологий с уникальными свойствами и применениями [6].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Stanislav Kurajica, Juraj Šipušić, Martina Zupancic, Igor Brautović, Martin Albrecht. ZnO-Al₂O₃-SiO₂ glass ceramics: Influence of composition on crystal phases, crystallite size and appearance, *Journal of Non-Crystalline Solids*, Volume 553, 2021.
2. Рентгеноский фазовый анализ поликристаллических материалов. Трушин В.Н., Андреев П.В., Фаддеев М.А.. Электронное учебнометодическое пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2012. – 89 с.
3. Стуков, Е. Е. Ситаллы и ситалловые покрытия / Е. Е. Стуков, В. В. Андреев // . – 2022. – № 3-1. – С. 427-432. – EDN ZAFXKW.
4. Прокурин С. А., Минько Н. И. Расчет кристаллизационной способности и физико-химических свойств промышленных стекол и стеклокристаллических материалов строительного назначения. // "Композиционные строительные материалы. Теория и практика". Сб. трудов междунар. научно-практической конференции. - Пенза: ПГАСА, 2002. - с. 287-289.
5. Мананков, А. В. Кристаллохимические особенности ситаллов метасиликатного состава / А. В. Мананков // *Материалы, технологии и техника для освоения Арктики и Сибири: Сборник тезисов III международной конференции, Томск, 25–28 сентября 2019 года.* – Томск: Без издательства, 2019. – С. 25. – EDN LARJGO.
6. Шайкежан, А. Ситаллы - новые материалы в технике / А. Шайкежан, А. Д. Энуарова, Е. К. Иманов // *Молодой ученый.* – 2018. – № 35(221). – С. 18-21. – EDN OZASTX.

УДК 004.891.3

Лобзин И.А.

*Научный руководитель: Арефьева Е.А., канд. техн. наук, доц.
Тульский государственный университет, г. Тула, Россия*

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СИСТЕМЫ ИИ СНАТГРТ ПО ПОИСКУ ОШИБОК В ИСХОДНОМ КОДЕ

В настоящее время системы искусственного интеллекта становятся всё более развитыми и эффективными. Расширяется и круг выполняемых ими задач. Наиболее известными областями использования ИИ являются распознавание образов, речи, текста и изображений, классификация и кластеризация данных, и многие другие. Долгое время системы ИИ разрабатывались для решения конкретных

задач в некоторой сравнительно узкой области, так как создание универсального искусственного интеллекта для решения задач разной направленности является куда более сложной и ресурсоёмкой задачей. Важным фактором долгое время был и недостаточный уровень технологического развития аппаратного обеспечения [1].

Тем не менее, идея создания ИИ, предназначенного для решения широкого спектра задач, сохранилась, и на текущий момент существует ряд систем, предоставляющих возможности для получения ответов на запросы, сформулированные в свободной форме. Наиболее частым термином для обозначения таких систем является «чат-бот», используемый в силу специфики взаимодействия с ними [2].

Одними из наиболее известных представителей таких ИИ являются Poe, Chatsonic, Google Bard и YouChat, а также стремительно набирающий популярность ChatGPT. Все эти системы способны интерпретировать запросы на человеческом языке и генерировать ответы разной степени сложности и объёма. В настоящей работе в качестве примера системы ИИ выбран ChatGPT, как наиболее яркий и известный представитель подобных сервисов [3].

Работы разных авторов показали, что ChatGPT действительно способен генерировать корректные ответы на достаточно широкий спектр пользовательских запросов, в том числе и производить генерацию текстов и программного кода. Целью же данной статьи является анализ его возможностей в области проверки исходного кода программ на предмет наличия в нём различного рода ошибок.

Традиционными способами решения таких задач являются средства статического и динамического анализа. В то время, как динамический анализ предполагает запуск программы или её части, статический анализ работает непосредственно с кодом, обнаруживая опечатки, недостижимые конструкции или некорректные последовательности инструкций, приводящие к аварийному завершению работы приложения [1].

В силу специфики своей работы, ChatGPT позволяет производить только статический анализ. Для тестирования эффективности системы ей будут переданы различные фрагменты исходного кода, после чего будет произведена оценка ответов, сформированных системой.

В качестве первого примера системе будет предложен фрагмент кода на C#, который потенциально приводит к аварийному завершению работы программы с исключением типа «NullReferenceException». Пример кода представлен на рис. 1.

```
obj = Foo();
if (obj != null)
    obj.Func1();

obj.Func2();
```

Рис. 1 Первый пример кода

Ответ ChatGPT:

This code might have a bug in it. If 'obj' is 'null', calling 'obj.Func2()' will result in a 'NullReferenceException', as the object reference is 'null' and you cannot access its properties or methods.

Обнаружив проверку на равенство null, система сделала вывод, что сравниваемая переменная может быть равна 'null'. Далее ChatGPT поясняет, что в случае, если переменная 'obj' будет равна 'null', вызов функции 'Func2' приведёт к выбрасыванию исключения типа 'NullReferenceException'.

Помимо представленного, ChatGPT также предложил вариант исправления кода, в котором вызов функции 'Func2' производится только в случае, если выполняется условие 'obj != null'.

В данном примере система показывает хорошие результаты, генерируя объяснения на английском языке и предлагая вариант исправления найденного недочёта.

В качестве следующего теста ChatGPT получил на анализ более сложный синтетический пример кода (рис. 2).

```
static void Test()
{
    object obj = Foo();
    if (obj != null)
        obj.GetHashCode();

    Call(obj);
}

Ссылка: 1
static void Call(object obj)
{
    obj.GetHashCode();
}
```

Рис. 2 Более сложный пример кода

Ответ ChatGPT:

The code doesn't contain any bugs that would prevent it from compiling or running. However, there is a potential runtime error. If the 'obj' variable is

null, the 'obj.GetHashCode()' method call in the 'Call' method will result in a 'NullReferenceException'.

В данном случае ошибка также была обнаружена. Это показывает, что ChatGPT способен успешно обрабатывать простые ситуации небезопасного разыменования ссылок.

Для третьего примера на вход ChatGPT будет подан код, уязвимый к sql-инъекциям (рис. 3).

```
void ProcessUserInfo()
{
    using (SqlConnection connection = new SqlConnection(_connectionString))
    {
        String userName = Request.Form["userName"];

        using (var command = new SqlCommand()
        {
            Connection = connection,
            CommandText = "SELECT * FROM Users WHERE UserName = '" + userName + "'",
            CommandType = System.Data.CommandType.Text
        })
        {
            using (var reader = command.ExecuteReader())
            {
            }
        }
    }
}
```

Рис. 3 Пример кода, уязвимого к sql-инъекциям

Ответ ChatGPT:

This code is not secure as it is susceptible to a vulnerability known as 'SQL injection'. The user-supplied 'userName' value is concatenated directly into the SQL query which can allow an attacker to inject arbitrary SQL commands into the query. If the attacker is able to modify the query, they can potentially access or modify sensitive data stored in the database.

Таким образом, языковая модель ChatGPT успешно обнаружила в коде потенциальную уязвимость и сформировала сообщение с объяснением найденной проблемы.

Приведённые примеры позволяют оценить способность чат-бота не только находить потенциальные проблемы в простом коде, но и формировать грамматически и семантически корректное объяснение.

Несмотря на вышеуказанное, говорить о применении данного сервиса при проверке кода коммерческих приложений преждевременно.

Первой причиной этому является тот факт, что весь код, отправляемый системе, может быть использован для обучения и дальнейшего формирования ответов, что может привести к проблемам безопасности. К примеру, в компаниях Microsoft и Amazon сотрудникам официально запрещено отправлять ChatGPT конфиденциальную информацию.

Второй причиной является недетерминированность результатов работы этой модели, что означает, что в разные моменты времени для одних и тех же входных данных могут быть выданы различные

результаты. Кроме того, на данном этапе развития ChatGPT склонен к выдаче ложной информации о наличии ошибок в коде. В терминах статического анализа такие случаи называют «ложными срабатываниями». Пример представлен на рис. 4.

```
public void AppendInfo(string filePath)
{
    using (FileStream stream = new FileStream(filePath,
                                                FileMode.Open,
                                                FileAccess.Read))
    {
        // ....

        if (stream.Length == stream.Position)
        {
            Console.WriteLine("End of file");
        }

        // ....
    }
}
```

Рис. 4 Пример корректного кода

Ответ ChatGPT:

An error in this code could be that the FileStream is opened for reading only, but the code is trying to write to it (using Console.WriteLine). This will result in an IOException being thrown.

В данном случае система выдаёт некорректное сообщение об ошибке, которая в коде отсутствует. Метод «Console.WriteLine» использует для записи стандартный поток вывода, не связанный каким-либо образом с переменной «stream».

Таким образом, использование ChatGPT для решения задачи поиска ошибок в исходном коде является перспективным направлением, однако на данный момент уровень развития системы является недостаточным для того, чтобы сравниться в эффективности с инструментами статического анализа, основанными на формальных правилах и чётко прописанных логических инструкциях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Kotu Vijay, Deshpande Bala. Data Science. Concepts and Practice. Second Edition. Morgan Kaufmann, 2019. 568 p.
2. Russell S., Norvig P. Artificial Intelligence: a Modern Approach. 3rd Edition. Pearson, 2009. 1152 p.
3. Liebowitz J. The Handbook of Applied Expert Systems. CRC Press, 2019. 736 p.

Лосева А.В., Аверьянова И.Г., Покорная И.Ю.
Воронежский государственный педагогический университет,
г. Воронеж, Россия

МЕЖПРЕДМЕТНЫЕ СВЯЗИ В ПРОЦЕССЕ ИЗУЧЕНИЯ ЦЕНТРА МАСС ФИГУРЫ

Центр масс – это особая точка, где сосредоточено полное равновесие некоторой фигуры. С математической точки зрения имеют место специальные формулы для вычисления соответствующих координат центра масс, на которых сосредоточены грузы различных масс, а именно [1]:

$$\begin{cases} x_c = \frac{\sum_i m_i x_i}{m}, \\ y_c = \frac{\sum_i m_i y_i}{m}, \\ z_c = \frac{\sum_i m_i z_i}{m}. \end{cases} \quad (1)$$

Однако, к решению данной задачи можно подойти и со стороны программирования. Так как постоянный и энергозатратный подсчет каждой координаты очень затруднителен, особенно в тех случаях, когда вершин огромное количество, было принято решение создать универсальную программу на языке программирования C##.

Программа рассчитывает центр масс множества точек в трехмерном пространстве с использованием весовых коэффициентов. Пользователю сначала предлагается ввести количество точек, затем для каждой точки вводятся ее координаты и вес. Если пользователь вводит неверное значение, то программа выдает ошибку и повторно запрашивает ввод. После того как все точки будут введены, программа рассчитывает координаты центра масс и выводит их на экран.

Программа состоит из двух классов – «Point» и «PointsCalc». «Point» – это класс, представляющий точку в трехмерном пространстве. Класс содержит поля для координат x , y , z и веса m , а также конструктор, который инициализирует поля значениями, переданными в качестве аргументов. «PointsCalc» – это класс-калькулятор, который содержит метод для расчета центра масс точек.

Метод принимает тип точки (X , Y или Z) и массив точек в качестве параметров. Метод проходит по массиву точек и суммирует произведения координат соответствующего типа точки и ее веса. Затем метод суммирует все веса. И, наконец, метод возвращает среднее

значение координат соответствующего типа точки, которое рассчитывается путем деления суммы произведений на сумму весов.

Главная функция «Main» запрашивает у пользователя количество точек, затем создает массив точек и заполняет его значениями, используя класс «Point».

Затем функция вызывает метод «Calc» класса «PointsCalc» для каждого типа точки и выводит координаты центра масс на экран.

Если пользователь вводит неверное значение, то программа продолжает работу, запрашивая корректный ввод, и при этом не прерывается и не выдает ошибку, пока не будет введено корректное значение.

Далее представлен фрагмент программы, где происходит подсчет значений и их возврат.

```
static class PointsCalc
{
    public enum PointType : byte { X, Y, Z }

    public static float Calc(PointType type, params
Point[] arr)
    {
        float top = 0;
        float bottom = 0;
        for (int i = 0; i < arr.Length; i++)
        {
            top += arr[i].m * (
arr[i].x :
arr[i].y : arr[i].z);
                type == PointType.X ?
                type == PointType.Y ?
                bottom += arr[i].m;
            }
        return top / bottom;
    }
}
```

Данная программа позволит значительно сократить время при решении подобных задач. Теперь не потребуется постоянно вычислять по формулам, а лишь достаточно будет ввести координаты вершин фигуры и массы, сосредоточенные в этих вершинах, а программа уже все посчитает за нас [2].

```

Введите кол-во точек:
4
Введите X для точки 1:
9
Введите Y для точки 1:
1
Введите Z для точки 1:
0
Введите M для точки 1 (только положительные значения):
1
Введите X для точки 2:
9
Введите Y для точки 2:
10
Введите Z для точки 2:
9
Введите M для точки 2 (только положительные значения):
1
Введите X для точки 3:
18
Введите Y для точки 3:
1
Введите Z для точки 3:
0
Введите M для точки 3 (только положительные значения):
1
Введите X для точки 4:
12
Введите Y для точки 4:
3
Введите Z для точки 4:
0
Введите M для точки 4 (только положительные значения):
1
Центр масс 9,75 | 3,75 | 0

```

Рис. 1 Выполнение программы

Межпредметные связи являются очень важным компонентом при изучении любой темы. Ведь именно они позволяют рассмотреть тот или иной процесс или явление со стороны различных сред, под совершенно разным углом. Так произошло и в данной теме. Центр масс фигуры удалось рассмотреть не только как физический объект, изучить математический принцип его нахождения, но и расширить решение данной задачи со стороны программирования. Это дает возможность увидеть сущность данного метода, выявить его сильные и слабые стороны, учесть недостающие элементы и показать межпредметные связи в процессе изучения данной темы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Балк, М. Б. Геометрические приложения понятия о центре тяжести / М. Б. Балк. – Москва: Государственное издательство физико-математической литературы, 1959. – 230 с.

2. Покорная, И. Ю. Нахождение центра масс системы материальных точек различными способами / И. Ю. Покорная, И. Г. Аверьянова, А. В. Лосева // Школа молодых новаторов: сборник научных статей 3-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых, Курск, 17 июня 2022 года / Юго-Западный государственный университет; Орловский

государственный университет имени И.С. Тургенева; Московский политехнический университет. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 241-243.

УДК 544.275.7

Лядова Ю. В., Морозова В. А.

*Научный руководитель: Любушкин Р. А. канд. хим. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В. Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

РЕЦЕПТУРА СТОМАТОЛОГИЧЕСКОГО ПОЛИМЕРНОГО КОМПОЗИТА НА ОСНОВЕ БИС- ФЕНОЛГЛИЦЕДИЛДИМЕТАКРИЛАТА ДЛЯ РЕСТАВРАЦИИ ТВЕРДЫХ ТКАНЕЙ ЗУБА

Ткань зуба – природный композитный материал с низким содержанием органических и высоким содержанием минеральных компонентов, состоящий из игловидных кристаллов гидроксилатапата $[Ca_5(PO_4)_3(OH)]$ диаметром около 30 нм. Как и в костной ткани, минеральные компоненты зуба отвечают за его механическую прочность. Однако ни эмаль, ни дентин не способны самостоятельно восстанавливаться после повреждения (кариес, стираемость и т. д.), поскольку эмаль не содержит клеток, а аппозиция дентина может происходить только на поверхности пульпы. В твёрдых тканях зуба постоянно происходят процессы деминерализации и реминерализации. Деминерализация происходит в результате потери ионов кальция и фосфат-ионов из структуры зуба. Механизм естественной реминерализации в полости рта осуществляется за счет фосфат-ионов и ионов кальция, находящихся в слюне [1]

Для решения проблемы применяют «регенеративный» подход, который заключается в создании и использовании материалов, стимулирующих восстановление тканей зуба и обладающих высокой проникающей способностью. Важен не только химический состав, но и структура, поскольку это определяет отклик организма на чужеродный материал.

Композиционные восстановительные материалы на полимерной основе (в сокращенной форме — композиты), которые используются в стоматологии, содержат три основных компонента, а именно: органическую полимерную матрицу; неорганический наполнитель; связывающий агент или аппрет.

В настоящее время большинство стоматологических восстановительных материалов создано на основе полимерной матрицы Bis-GMA\TGM-3. Причиной ее широкого использования является комплекс свойств, среди которых: низкая полимеризационная усадка, быстрое отверждение при свободно радикальном иницировании и довольно низкая летучесть. в связи с тем что мономер Бис-ГМА является очень вязким для этого используют разбавитель, мономер с низкой вязкостью диметакриловый эфир триэтиленгликоля в соотношении Bis-GMA\TGM-3 60/40 [2]

Введения наполнителя является основным направлением совершенствования материалов, что и привело к созданию композитов сегодняшнего дня.

Наполнитель и полимерная матрица должны быть прочно связаны друг с другом, всё это для того, чтобы композит имел приемлемые механические свойства. При нарушении данной связи, распределение энергии по всему объёму КПП будет протекать неравномерно, ведь поверхность раздела фаз действует как первичный источник разрушения, приводя к разрушению всего композита

Механические преимущественно зависят от природы полимерной матрицы, наполнителя и свойств межфазного слоя. Поэтому при выборе наиболее эффективной добавки, прежде всего, необходимо, установить влияние на прочностные характеристики. В качестве наполнителя использовали силанизированный тонкодисперсный порошок, влияющий на свойства композитов: таких как упрочнить матрицу, а также повысить вязкость, твердость, прочность, рентгенопрозрачность и износостойкость полимерного композита. Кроме того, это уменьшает усадку при полимеризации, окрашивание, сорбцию воды и тепловое расширение.

В стоматологических композитах используются различные наполнители, такие как плавленый или кристаллический кварц, диоксид кремния, боросиликатное стекло, алюмосиликатное стекло лития.

Небольшой размер наполнителей из диоксида кремния позволяет создавать более эстетичные изделия и полировать их на более высоком уровне по сравнению с кварцем. Однако эти наполнители не являются рентгеноконтрастными и менее твердыми, чем стекло или кварц.

Стекланные и керамические наполнители, содержащие тяжелые металлы, такие как барий, стронций и цирконий, имеют показатель преломления, равный 1,50, что эквивалентно показателю преломления из мономера смолы [3]. Кроме того, эти материалы придают полимерным композитам рентгенопрозрачность.

Частицы стеклянных хлопьев используются в промышленности уже много лет. В сочетании с матрицей эти стекла обеспечивают устойчивость к износу, стабильность, механическая жесткость, твердость поверхности и стойкость к коррозии и истиранию[4]. Экспериментальное применение этих стекол в стоматологии, сообщалось о таких материалах, как основа зубных протезов и полимерные композиты.

Включение в полимерные композиты приводит к заметной прозрачности, положительной эстетике и улучшенным механическим свойствам. Выпускаются толщиной от 100 нм до 7 мкм, а распределение частиц по размерам варьируется от 50 до 1700 мкм в зависимости от типа стекла. Кроме того, они поставляются с возможностью обработки силового связующего агента (3-аминопропил) триэтоксисиланом, За счет увеличения адгезии между наполнителем и смолой использование связующего

позволяет преодолеть трудности, связанные с влажной уравни, которые могут повлиять на механические свойства материала[5]. Кроме того, связующие вещества облегчают манипулирование, нанесение и улучшают механические свойства полимерных композитов.

Таким образом клиническая практика ставит все более высокие требования к полимерным восстановительным композиционным материалам. Повышаются требования к олигомерам, входящим в полимерную матрицу композитов а именно бис-фенолглицидилдиметакрилат. А также максимальные характеристики достигаются путем использования заведомо новых проверенных наполнителей боросиликатное стекло, алюмосиликатное стекло.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Э.А. Базикян Пропедевтическая стоматология: Учебник для медицинских вузов М.: ГЭОТАР-Медиа, 2018. - 768 с.
2. Дубова М.А., Салова А.В., Хиора Ж.П. Расширение возможностей эстетической реставрации зубов. Нанокompозиты. Учебное пособие. М.: Санкт-Петербург. 2021. 144 с.
3. Л. Н. Полянская, Г. П. Богдан, О. В. Макарова Реставрационная терапия. Современные пломбирочные материалы. Учебно-методическое пособие. Минск БГМУ 2019. 55.
4. Суровцев М.А. Синтез производных и аналогов глицидилметакрилата и их превращения в полимерные сорбенты и иониты: Дисс. Канд. Хим. Наук. Ярославль, 2019. – 180 с.

5. Полимерные композиции, модифицированные метакриловыми производными фосфазофосфониллов / Н. С. Бредов, Е. Ю. Шпорта, М. В. Горлов [и др.] // Химическая промышленность сегодня. – 2013. – № 2. – С. 30-33. – EDN PUQHPB.

УДК 62-234

Мангушев И.Д., Хабибуллина Л.Ф., Григорьев И.В.

Научный руководитель: Хабибуллин Ф.Ф. канд. техн. наук, доц.

*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань, Россия*

ВЛИЯНИЕ СФЕРЫ И МЕХАНИЗМА ХОБЕРМАНА НА РАЗВИТИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН

Сфера Хобермана – уникальный пространственный механизм, и единственный представитель сферического класса. Проведенный анализ и разработка модели позволили изучить сферу и оценить ее влияние на технический мир.

Анализ и изучение механизма и сферы Хобермана, а также раскрытие перспективности их применения в различных технических областях.

В процессе исследования и анализа проведен обзор интернет-источников и проектирование сферы Хобермана.

Сфера Хобермана — это тип геодезического купола (Рисунок 1.), который может расширяться и сжиматься симметричным образом. Была изобретена американским инженером и дизайнером Чаком Хоберманом в 1996 году. Она изготовлена из ряда шарнирно соединенных звеньев, которые позволяют ей складываться в компактный объект и расширяться до большей сферической формы.

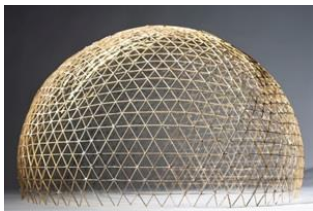


Рис. 1 Геодезический купол

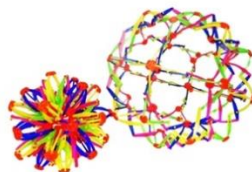


Рис. 2. Популярная игрушка на основе сферы Хобермана

Большую популярность Сфера Хобермана получила в виде игрушки (Рисунок 2), которую можно использовать для демонстрации

понятий из геометрии, математики, физики, таких как симметрия и пространственные отношения.

Самая большая из существующих сфера Хобермана находится в Научном центре АННАА в Тарту, Эстония (Рисунок 3). В полностью расширенном состоянии она составляет 5,9 метра в диаметре.



Рис. 3. Сфера Хобермана в Научном центре АННАА

Принцип действия. Рассмотрим вариант сферы, состоящей из трех окружностей, каждая из которых соответствует своей плоскости. Элементарное звено является сегментом окружности, диаметр которой равен половине диаметра раскрытого кольца сферы. (Рисунок 4). В данном примере рассматривается сегмент соответствующий 45° .

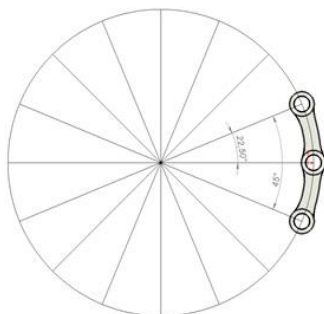
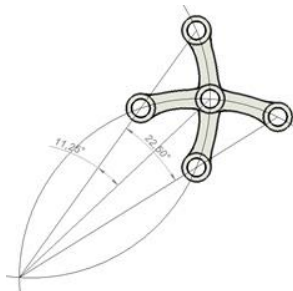


Рис. 4. Элементарное звено

Пара таких звеньев составляет ножничный механизм (Рисунок 5). Он, в свою очередь, имеет уникальные геометрические свойства. При движении соответствующие характерные точки, которые являются осями шарниров, меняют свое положение таким образом, что остаются на соответствующих им прямых, угол между которыми остаётся постоянным.



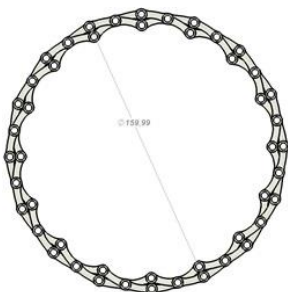
а) В развернутой сфере



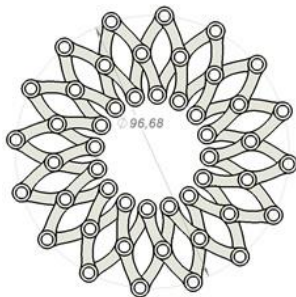
б) В собранной сфере

Рис. 5. Ножничный механизм

Данное свойство лежит в основе механизма Хобермана и позволяет кольцу, состоящему из этих звеньев менять свои размеры (Рисунок 6).



а) в развернутой сфере



б) в собранной сфере

Рис. 6. Механизм Хобермана

Комбинация 3 таких механизмов, каждый из которых соответствует своей главной плоскости, составляют сферу Хобермана (Рисунок 7).[1, 2]



Рис. 7. Сфера Хобермана

Применение в технике.

Сфера Хобермана используется в различных областях, таких как дизайн сцены, оформление выставок и архитектурных сооружений. Она является источником вдохновения для проектирования различных механизмов, способов фокусировки акустических волн[3] и разработки новых композиционных материалов.[4] На ее основе разрабатываются литий-ионные батареи с высокой емкостью и циклической стабильностью.[5, 6]

Сфера Хобермана – продолжение развития механизма Хобермана и перевод его в трехмерное пространство, но, в отличие от предшественника, трудно применим как техническая единица в другом механизме.

Сфера Хобермана – это механизм, применяемый в дизайне, ставший вдохновителем других проектов. Она является развитием механизма Хобермана, который в свою очередь нашел применение в различных сферах, от кулис на концертах, до механизмов на космических аппаратах. Анализ параметров конструкции механизма и сферы Хобермана показывает перспективность в области машиностроения, роботостроения, материаловедении и космических конструкций.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Патент US4942700A, 24.07.1990
2. Патент US5024031A, 18.06.1991
3. Yang bo Li. Hoberman-Sphere-Inspired Lattice Metamaterials with Tunable Negative Thermal Expansion // Composite Structures 2018. Том 189 с. 586-597

4. Hongxing Zhao. Reconfigurable Acoustic Arrays With Deployable Structure Based on a Hoberman–Miura System Synthesis // Journal of mechanical design 2020. Том 143, выпуск 6

5. Wenfeng Mao. Novel Hoberman Sphere Design for Interlaced Mn₃O₄@CNT Architecture with Atomic Layer Deposition-Coated TiO₂ Overlayer as Advanced Anodes in Li-Ion Battery // ACS Applied Materials & Interfaces 2020. Том 12, выпуск 35.

6. Исмаилов Р.Т., Хабибуллин Ф.Ф., Фаизов М.Р. Исследование движения ведомого кривошипа 5R Беннетта при перпендикуляре виртуального шарнира // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2022. № 3. С. 21–28.

УДК 675.92

Матвеевко Д.С., Крупенченко Д.О.

*Научный руководитель: Емельянов С.В., канд. хим. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород*

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЛАТЕКСНОГО МАТЕРИАЛА

Латексные материалы на основе природного и синтетических каучуков, а также их смешения стали неотъемлемой частью жизни человечества. Это связано с тем, что изделия из латекса могут обладают наиболее подходящими характеристиками во многих областях: со стороны химических свойств латекс обладает устойчивостью к действию агрессивной среды, что является необходимым фактором в создании перчаток, имеет хорошую адгезию, что важно в производстве клеящих материалов, физические свойства латекса также делают его уникальным, ведь у латекса высокая прочность, большая гибкость, возможность держать и сохранять форму, по сравнению с аналогами и нельзя не отметить его дешевизну.

Минусом латексных изделий является то, что они могут вызывать аллергию, но это было решено за счет того, что создаются блокирующие проникновение протеидов к телу человека слои материала.

Источником натурального латекса является дерево Гевея, произрастающее в тропическом климате, поэтому чтобы получать качественные материалы из натурального латекса важно знать срок жизни смеси.

Сейчас существует методы анализ качества латекса, но они не могут дать точных данных, что приводит к появлению бракованных

изделий. Для того чтобы избежать производства некачественного материала были проанализированы его свойства: точки начала коагуляции и окончания коагуляции.

Для титриметрического анализа отобрали по 2-3 навески в бюксах по 5 мл каждой смеси: квалитекс, смесь от 21.03 и смесь от 31.03. Титрование производилось 20%-ной уксусной кислотой.

Критерии оценки: определить количество уксусной кислоты, вводимой в исследуемые жидкости, до появления видимого эффекта, желательного, чтобы этот эффект был однозначно воспринимаем.

Отобрали по 2-3 навески в бюксах по 5 мл каждой смеси: квалитекс, смесь от 21.03 и смесь от 31.03. Титрование производилось 20%-ной уксусной кислотой.

Критерии оценки: определить количество уксусной кислоты, вводимой в исследуемые жидкости, до появления видимого эффекта, желательного, чтобы этот эффект был однозначно воспринимаем. Результаты титрования заносим в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 - Начало коагуляции

Наименование латекса/дата	Квалитекс	Смесь от 21.03	Смесь от 31.03 + ПАВ
18.04	0,1	0,1	1,5
19.04	0,12	0,13	0,1
20.04	0,14	0,167	0,1267
21.04	0,123	0,149	0,1
24.04	0,1	0,1	0,0875
25.04	0,8	0,8	0,0505

Таблица 2 - Окончание коагуляции

Наименование латекса/дата	Квалитекс	Смесь от 21.03	Смесь от 31.03 + ПАВ
18.04	2,5	2,8	2,5
19.04	2,05	2,23	1,98
20.04	1,83	2,167	1,8
21.04	1,67	2,05	2,067
24.04	1,6	2,00	1,925
25.04	1,475	2,00	1,775

На основании этих данных строим графики 1 и 2:

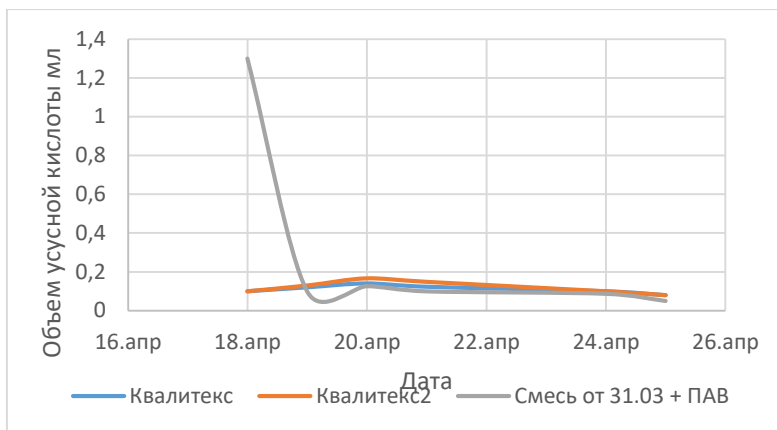


Рис. 1. Расходуемый объём уксусной кислоты для начала коагуляции

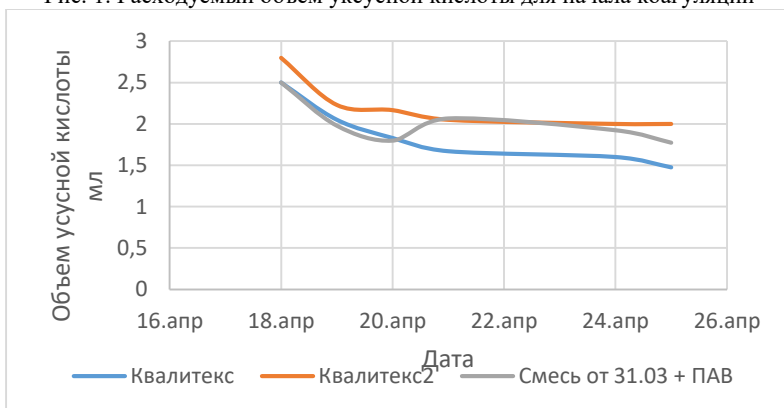


Рис. 2. Расходуемый объём уксусной кислоты для полной коагуляции

Можно сделать вывод, что во всех трех образцах исследуемого латекса объём уксусной кислоты, необходимый для начала и конца коагуляции уменьшается со временем.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Kickelbick G. Concepts for the incorporation of inorganic building blocks into organic polymers on a nanoscale. *Progress in Polymer Science*, 2003, vol. 28, iss. 1, pp. 83–114. DOI: 10.1016/S0079-6700(02)00019-9.

2. Rahman A., Ali I., Al Zahrani S.M., Eleithy R.H. A review of the applications of nanocarbon polymer composites. Nano, 2011, vol. 06, no. 03, pp 185–203. DOI: 10.1142/S179329201100255X.

3. Колосова А.С., Сокольская М.К., Виткалова И.А., Торлова А.С., Пикалов Е.С. Современные полимерные композиционные материалы и их применение // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2018. No 5. С. 245–256.

4. Сокольская М.К., Колосова А.С., Виткалова И.А., Торлова А.С., Пикалов Е.С. Связующие для получения современных полимерных композиционных материалов // Фундаментальные исследования. 2017. No 10–2. С. 290–295.

5. Kurańska M., Polaczek K., Auguścik-Królikowska M., Prociak A., Ryszkowska J. Open-cell rigid polyurethane biofoams based on modified used cooking oil. Polymer. 2020. Vol. 190. Article 122164.

6. Kattiyaboот T., Thongpin C. Effect of Natural Oil Based Polyols on the Properties of Flexible Polyurethane Foams Blown by Distilled Water. Energy Procedia. 2016. Vol. 89. P. 177–185.

7. Павлычева Е.А., Пикалов Е.С. Современные энергоэффективные конструкционные и облицовочные строительные материалы // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2020. No 7. С. 76–87. 6.

УДК 004.057.4

Маиуров Д.Р.

Научный руководитель: Федотов Е.А., ст. преп.

*Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

СЕТЕВОЙ ПРОТОКОЛ НТТР/3

НТТР (HyperText Transfer Protocol) - это протокол передачи гипертекста, который был разработан в начале 1990-х годов для обмена данными между клиентом и сервером в сети Интернет [1]. Он был изначально разработан Тимом Бернерсом-Ли (Tim Berners-Lee) и его коллегами в ЦЕРН (CERN), как часть проекта WorldWideWeb.

С тех пор НТТР прошел множество изменений и улучшений. Самая первая версия протокола была НТТР/0.9, которая поддерживала только передачу текстовых документов, таких как HTML-страницы. Она была довольно простой и не имела возможности передачи изображений и других типов файлов.

Затем была выпущена HTTP/1.0, которая была более гибкой и мощной версией протокола. Она позволяла передавать более разнообразные типы файлов, включая изображения, видео и аудио. Однако она также имела свои недостатки, в том числе проблемы с производительностью и безопасностью.

HTTP/1.1 была выпущена в 1999 году и стала широко распространенной версией протокола. Она имела множество улучшений, таких как поддержка виртуальных хостов, управление кэшированием, поддержка более эффективной передачи данных и многое другое.

В последнее время появилась новая версия протокола - HTTP/2. Эта версия была разработана с учетом современных требований к производительности и безопасности. Она включает в себя множество улучшений, таких как мультиплексирование, сжатие заголовков, бинарный формат и многое другое.

HTTP/3 - это последняя на данный момент версия протокола, которая основана на протоколе QUIC (Quick UDP Internet Connections) [2]. Эта версия была разработана для улучшения производительности и безопасности передачи данных в Интернете. Она использует UDP вместо TCP и имеет множество других улучшений, которые делают ее более эффективной и безопасной для использования.

QUIC (Quick UDP Internet Connections) - это экспериментальный протокол передачи данных, разработанный Google для ускорения передачи данных через интернет [3]. Он был первоначально разработан в 2012 году и затем был опубликован в 2015 году в виде документа.

Основная идея за протоколом QUIC заключается в том, чтобы объединить функциональность протоколов TCP и UDP в одном протоколе. Это позволяет избежать многих проблем, связанных с TCP и UDP, таких как задержки, потери пакетов и неэффективность при использовании многопоточных приложений.

Его основными особенностями являются:

1. Быстрая установка соединения. QUIC использует для шифрования протокол TLS 1.3 (transport layer security), но преимущество в том, что он не требует большого количества «рукопожатий». Зашифрованное соединение устанавливается сразу;

2. Быстрая доставка и контроль целостности пакетов. За счёт мультиплексирования, адаптивной отправки пакетов (отправляются только утерянные пакеты) и разделения отправки на потоки возрастает как скорость отправки, что характерно для UDP, так и надёжность, что характерно для TCP;

3. Переключение между сессиями. В отличие от обычного

соединения, где при смене, например, сети с мобильной на WiFi у пользователя меняется адрес, в QUIC используется Connection UUID – идентификатор соединения, который при смене сети остаётся прежним, а значит не нужно заново устанавливать соединение. В теории QUIC даже может использовать как WiFi, так и мобильную сеть одновременно.

Некоторые из основных изменений, которые внесены в HTTP/3, включают:

1. Использование мультиплексирования на уровне приложения. В HTTP/2 тоже есть мультиплексирование, но из-за использования TCP оно зачастую теряло смысл. Если при отправке пакета произошла ошибка, то TCP останавливал отправку вообще всех пакетов (даже если ошибок у них не было);

2. Включение поддержки шифрования TLS 1.3 по умолчанию;

3. Использование сжатия заголовков и бинарный формат для передачи данных;

4. Встроенная поддержка для быстрого переключения между различными путями передачи данных в случае, если какой-то из них не работает должным образом.

Преимущества HTTP/3:

1. Протокол QUIC обеспечивает более быструю передачу данных, что может значительно ускорить загрузку страниц;

2. Меньшая задержка и более быстрый отклик на запросы, что также может улучшить производительность веб-приложений;

3. Улучшенная безопасность - HTTP/3 использует шифрование по умолчанию, что обеспечивает более высокий уровень безопасности передачи данных;

4. Встроенную обработку ошибок и повторная передача данных помогает обеспечить более надежную передачу данных в условиях неполадок сети;

5. HTTP/3 позволяет одновременно устанавливать несколько соединений между клиентом и сервером, что может улучшить производительность веб-приложений при одновременном обращении к нескольким ресурсам на сервере.

Хотя HTTP/3 имеет множество преимуществ, он также имеет свои ограничения и недостатки:

1. Поскольку HTTP/3 – новый протокол, не все серверы могут его поддерживать. Это может ограничить его использование для некоторых приложений;

2. Проблемы совместимости - из-за использования протокола QUIC в HTTP/3, могут возникнуть проблемы совместимости с другими

сетевыми протоколами;

3. Сложность отладки - поскольку HTTP/3 использует шифрование и бинарный формат для передачи данных, может быть сложно отладить приложения, использующие этот протокол;

4. Проблемы с блокировкой - в некоторых странах могут возникнуть проблемы с блокировкой HTTP/3 из-за использования протокола QUIC, который может быть заблокирован в некоторых странах.

HTTP/3 уже начинает использоваться во многих веб-приложениях, и его использование ожидается в дальнейшем. HTTP/3 уже используется на некоторых сервисах:

- Google добавил экспериментальную поддержку HTTP/3 в Chromium [4];
- Cloudflare является одним из первых провайдеров CDN, который начал предоставлять поддержку HTTP/3 [5];
- Fastly является другим провайдером CDN, который начал предоставлять поддержку HTTP/3 [6].

Это только несколько примеров, и можно ожидать, что количество веб-приложений, использующих HTTP/3, будет расти в будущем.

Таким образом, HTTP/3 - это новый протокол передачи данных в Интернете, который имеет множество преимуществ по сравнению с предыдущими версиями HTTP. Он использует протокол QUIC для более быстрой и безопасной передачи данных, а также обеспечивает более быструю загрузку страниц и более низкую задержку. Однако у этого протокола также есть некоторые ограничения и недостатки, которые могут ограничить его использование в некоторых ситуациях. Несмотря на это, HTTP/3 уже начинает широко использоваться во многих веб-приложениях, и ожидается, что его использование будет расти в будущем. Если вы являетесь разработчиком или администратором веб-сайтов, вам, возможно, стоит рассмотреть использование HTTP/3 в своих проектах для улучшения производительности и безопасности ваших пользователей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бондаренко Т.В., Федотов Е.А., Бондаренко А.В. Разработка HTTP сервера // Инженерный вестник Дона. 2018. №2 (149)
2. Документация HTTP/3 на сайте IETF [Электронный ресурс], URL: <https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc9114> (дата обращения: 17.04.23)
3. Документация QUIC на сайте IETF [Электронный ресурс], URL:

<https://www.ietf.org/rfc/rfc9000.html> (дата обращения: 18.04.23)

4. Объявление об экспериментальной поддержке HTTP/3 в Chromium [Электронный ресурс], URL: <https://blog.chromium.org/2013/06/experimenting-with-quick.html> (дата обращения: 15.04.23)

5. Объявление о поддержке HTTP/3 провайдером Cloudflare [Электронный ресурс], URL: <https://blog.cloudflare.com/http3-the-past-present-and-future/> (дата обращения: 15.04.23)

6. Объявление о поддержке HTTP/3 провайдером Fastly [Электронный ресурс], URL: <https://www.fastly.com/press/press-releases/fastly-announces-http3-and-quick-support-improve-global-internet-performance/> (дата обращения: 15.04.23)

УДК 691.175.5.5/8:614.876

*Мельниченко А.В., Солгалов В.В., Пилавиду Е.О.
Научный руководитель: Матюхин П.В., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ НЕЙТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

На сегодняшний день наблюдается повсеместное использование человеком различных источников ионизирующего излучения. И для обеспечения биологической защиты при работе таких источников, постоянно разрабатываются материалы, обладающие необходимыми свойствами для обеспечения защиты от альфа-, бета-, гамма-, нейтронного и рентгеновского излучений. Это могут быть как однокомпонентные, так и многокомпонентные (композиционные) материалы. Они могут содержать в своем составе как органические, так и неорганические компоненты, обладающие необходимыми защитными характеристиками от определенных видов ионизирующего излучения [1-16].

Одним из интересных направлений, является разработка материалов позволяющих обеспечивать защиту от нейтронного излучения. Среди разрабатываемых материалов в данном направлении востребованными и перспективными являются композиции на основе полимерных матриц. Особенностью таких композиционных материалов является то, что в способности к защите от ионизирующего излучения полимеры в значительной мере уступают традиционным радиационно-защитным материалам, однако это не мешает им являться подходящей

связующей матрицей для добавок, обладающих высокими радиационно-защитными характеристиками.

Среди полимерных материалов наиболее распространенными и удобными для использования в качестве матрицы при разработке новых видов радиационно-защитных композитов являются полиэтилен, полиалканимид, полимерные смолы, эластомеры. Их использование довольно интересно, так как зачастую в макромолекулах полимеров содержатся атомы водорода, которые в свою очередь позволяют достаточно хорошо ослабевать действие нейтронного излучения.

Известна разработка композиционного материала на основе сверхмолекулярного полиэтилена для комбинированной защиты от ионизирующего излучения (в том числе от нейтронного) с наполнителем из пентаборида дивольфрама и технического углерода. В данном композиционном материале полиэтиленовая матрица составляет от 50 до 75% по массе. Действие материала характеризуется способностью замедлять быстрые нейтроны до тепловых, с последующим поглощением таковых наполнителем [17].

Существует также ряд сложностей в проектировании подобных материалов для биологической защиты, например, совместимость некоторых компонентов может проходить довольно слабо без предварительной обработки наполнителей. Так разработанный композит для защиты от нейтронного излучения содержащий в роли связующего полиалканимид (27-33%); наполнитель гидрид титана с боросиликатным покрытием (65,8-72,5%); и небольшим, но значимым количеством гидрофобизирующей жидкости (0,5-1,2%) которой предварительно обрабатывается наполнитель для хорошей смешиваемости с матрицей полимера [18].

Имеется разработка зарубежных ученых текстильного защитного композита, защищающего от ионизирующего излучения, в том числе нейтронного. Материал представляет собой лист ткани с отверждённым на нем композите, который в свою очередь предполагает достаточно различную рецептуру, сводящуюся к использованию смолы в качестве вяжущего, с применением наполнителей, содержащих металлические порошки (алюминия, титана, циркония, скандия, иттрия, кобальта, тантала, молибдена и вольфрама), порошки оксидов металлов (палладия, иридия, рутения, осмия, родия, платины, железа, никеля, кобальта, индия, алюминия, калия, титана, вольфрама, магния), малого количества неорганической добавки, а также несколько частей парафина, соединений бора и угольного порошка [19].

Также разработан гибкий нейтронно-защитный материал, представляющий собой четырех слойный композит. Гибкость

структуры достигается тем, что в основе слоев находится натуральный каучук, а защитные свойства обеспечиваются содержанием в композите металлических порошковых и минеральных наполнителей, вольфрамоникелевыми сплавами. При этом на каждом слое авторами разработано определенное соотношение массовых частей всех составляющих композиционного материала [20].

Даже небольшое количество примеров современных разработок отечественных и зарубежных ученых показывают, что применение полимеров при разработке радиационно-защитных композиционных материалов, в том числе для защиты от нейтронного излучения, является перспективным направлением. При этом, многообразие полимерных материалов позволяет создавать композиты в широком, диапазоне характеристик. Ведь такие разработки могут использоваться не только в ядерной отрасли, но также медицине и аэрокосмической промышленности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Matyukhin P.V. Modification of the hematite filling surface of new composition material during high pressure testing // Solid State Phenomena. 2018. Т. 284. С. 109-114.

2. Матюхин П.В., Ястребинский Р.Н., Широков А.В. Основные физико-механические характеристики гематита, подвергнутого воздействию высоких давлений прессования // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2016. 8. С. 23-28.

3. Павленко В.И., Матюхин П.В. Теплоизоляционный бесцементный бетон из вторичных минеральных ресурсов // Строительные материалы. 2005. №8. С. 22-25.

4. Matyukhin P.V. Theoretical preconditions of new kinds of nuclear protective metal composite materials development based on ferric and bismuth oxides capsulated into metallic aluminum matrix // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2011. №2. С. 42.

5. Павленко В.И., Ястребинский Р.Н., Матюхин П.В., Ястребинская А.В., Куприева О.В. Физико-технические свойства радиационно-защитного транспортного контейнера на основе высоконаполненной полимерной матрицы и железорудного сырья КМА // В сборнике: Региональная научно-техническая конференция по итогам ориентированных фундаментальных исследований по междисциплинарным темам, проводимого Российским фондом

фундаментальных исследований и Правительством Белгородской области. Сборник докладов. 2016. С. 256-264.

6. Матюхин П.В., Павленко В.И., Широков А.В. Изучение влияния высоких давлений прессования на изменение фазового состава гематита и его поведение при высоких температурах // Региональная архитектура и строительство. 2018. 4 (37). С. 89-97.

7. Матюхин П.В., Косов А.В. Композиционные материалы для защиты от космической радиации // В сборнике: Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова, Белгород: Изд-во БГТУ, 2016. С. 583-587.

8. Павленко В.И., Ястребинский Р.Н., Матюхин П.В., Ястребинская А.В., Куприева О.В., Самойлова Ю.М. Радиационно-защитные транспортные контейнеры отработавшего ядерного топлива на основе высоконаполненной полимерной матрицы и железорудного сырья КМА // В сборнике: Региональная научно-техническая конференция по итогам конкурса ориентированных фундаментальных исследований по междисциплинарным темам, проводимого Российским фондом фундаментальных исследований и Правительством Белгородской области. Белгородский государственный технологический университет им. В.В. Шухова. 2015. С. 320-330.

9. Matyukhin P. Studies of structural changes in surface and deep layers in magnetite crystals after high pressure pressing // В сборнике: 14th International Congress for Applied Mineralogy (ICAM2019). Сер. "Springer Proceedings in Earth and Environmental Sciences", 2019. С. 239-243.

10. Ястребинский Р.Н., Павленко В.И., Матюхин П.В., Воронов Д.В., Павленко З.В., Самойлова Ю.М. Конструкционные радиационно-защитные композиционные материалы на основе модифицированных железорудных пород КМА // В сборнике: Региональная научно-техническая конференция по итогам конкурса ориентированных фундаментальных исследований по междисциплинарным темам, проводимого Российским фондом фундаментальных исследований и Правительством Белгородской области. Белгородский государственный технологический университет им. В.В. Шухова. 2015. С. 491-499.

11. Соколенко И.В., Ястребинский Р.Н., Крайний А.А., Матюхин П.В., Тарасов Д.Г. Моделирование прохождения высокоэнергетических электронов в высоконаполненном полимерном композите // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.В. Шухова. 2013. №6. С. 145-148.

12. Matyukhin P.V. Reaction of spot radioactive source with the energy of 661.7 keV on the modification in the structure of surface layer of metal composite material // Solid State Phenomena. 2020. T. 299 SSP. С. 107-111.

13. Матюхин П.В., Бондаренко Ю.М., Павленко В.И. Исследование микроструктуры поверхности композиционного материала на основеалюминиевой матрицы // Перспективные материалы. 2013. №6. С. 22-26.

14. Matyukhin P.V. The choice of iron-containing filling for composite radioprotective material // В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2018. С. 32.

15. Клочков Е.П., Павленко В.И., Матюхин П.В., Ястребинская А.В. Модифицирование природных минеральных систем для очистки воды от радионуклидов // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 6. С. 137.

16. Павленко В.И., Ястребинский Р.Н., Матюхин П.В., Ястребинская А.В. Снижение радиоактивных загрязнений поверхности стальных конструкций радиационно-защитного транспортного контейнера на основе железорудного сырья КМА // В сборнике: Региональная научно-техническая конференция по итогам конкурса ориентированных фундаментальных исследований по междисциплинарным темам, проводимого Российским фондом фундаментальных исследований и Правительством Белгородской области. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. 2017. С. 228-234.

17. Пат. 2632932 Российская Федерация, МПК G21F 1/10 B82B 3/00. Композиционный материал на основе сверхмолекулярного полиэтилена для комбинированной радио о радиационной защиты, наполненный пентаборидом дивольфрама и техническим углеродом / Бойков А.А. Чердынцев В.В. Гульбин В.Н.; заявитель и патентообладатель: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Национальный исследовательский технологический университет "МИСиС" - 2016148879; заявл. 13.12.2016; опубл. 11.10.2017, Бюл. № 2 – 5 с

18. Пат. 2633532 Российская Федерация, МПК G21F 1/00. Полимерный композит для нейтронной защиты и способ его получения / Павленко В.И. Черкашина Н.И. Ястребинский Р.Н. Иваницкий Д.А.; заявитель и патентообладатель: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова" - 2016135484; заявл. 31.08.2016; опубл. 13.10.2017, Бюл. № 2 – 5 с.

19. Pat. 2015199276 WIPO (PCT) B32B37/203. Composition for radiation shielding and method for preparing same / Yang Yong Joo, Jeong

Gi Woong.; Application filed by RSM Tech Co., Ltd - 10-2014-0076627; applic. 18.07.2014; public. 30.12.2015.

20. Pat. 110867265 China G21F1/125. Flexible neutron radiation protection material and preparation method of protection article / Wang Ying, Cao Lei и др.; Application filed by Shandong Double Eagle Medical Device Co ltd, Lanzhou University – 201911171324; applic. 26.11.2019; public. 22.06.2021.

УДК 66.03

Мерзликина А.И., Копнина О. В., Пирожкова Е.С
Научный руководитель: Ключникова Н.В., канд. техн. наук, доц.
*Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ПРОИЗВОДСТВО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА

Последние десятилетия в связи с активным развитием различного рода производств, техники и материалов антропогенное воздействие на экологию нашей планеты значительно усилилось. Во всех развитых странах разрабатываются и внедряются программы по снижению уровня загрязнения окружающей среды. Одна из основных проблем – наличие большого количества полимерных отходов.

На сегодняшний день наибольшей эффективностью в вопросе утилизации полимерных отходов обладает так называемый рециклинг или вторичная переработка. Данный метод позволяет повторно пускать материалы в производство, практически полностью исключая изменение химического состава исходных полимеров, или же наоборот, подвергая их детрукции или модификации [1].

Многие современные научные исследования направлены на изучение свойств вторичных полимерных материалов, которые модифицированы различными способами. Для этих целей можно использовать воски, эластомеры, ангидриды и многое другое. Особое внимание отводится силоксановым добавкам. В основном их добавляют не более, чем 5%. Благодаря им можно регулировать структуру и свойства полимеров.

Одним из основных преимуществ применения силоксановых добавок в качестве модификаторов является проявление активности по отношению к влаге, что предполагает ликвидацию реакции гидролитической деструкции. Данная особенность очень важна для гигроскопичного полиэтилентерефталата, потому что это дает

возможность упростить производственную линию для получения вторичного сырья (исключаются стадии предварительной сушки и кристаллизации) [2].

При производстве большинства композиционных материалов из полимерных отходов предварительные подготовительные операции являются не обязательными. Часто вторичное сырье лишь промывают, измельчают и после этого гранулируют или проводят горячее прессование. Более того, используя различные модифицирующие добавки, можно намерено изменять физико-химические, механические и технологические свойства производимых материалов [3].

На рисунке 1 представлена технологическая схема производства композиционного материала на основе отходов полиэтилентерефталата.

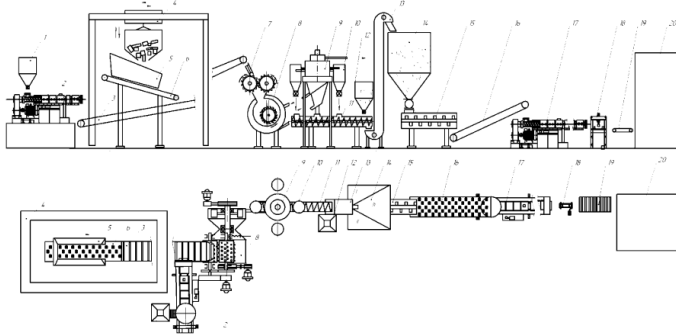


Рис. 1 Технологическая схема производства композиционного материала из отходов полиэтилентерефталата:

- 1 – бункер отходов полиэтилентерефталата; 2 – экструдер;
- 3, 16 – пластинчатый питатель; 4 – тельфер; 5 – приемный лоток;
- 6, 19 – ленточный конвейер; 7 – магнит; 8 – роторно-центробежный агрегат; 9 – сепаратор; 10 – циклон; 11 – шнековый питатель; 12 – бункер дополнительных компонентов; 13 – элеватор; 14 – бункер компонентов композиционных смесей; 15 – смеситель; 17 – плавильно-нагревательный агрегат; 18 – пресс; 20 – склад готовой продукции.

Основываясь на вышеприведенной схеме, технологический процесс можно описать следующим образом. Отходы полиэтилентерефталата без предварительного измельчения подаются в загрузочный бункер 1, откуда поступают в экструдер 2. Далее экструзионный материал поступает в пластинчатый питатель 3. Одновременно с этим более исходный твердый материал (пробки, трубы, шланги и т.д.) с помощью тельфера 4 подается в приемный лоток 5, в нижней части которого располагается ленточный конвейер 6.

Ленточным конвейером материал соединяется с экструзионным материалом пластинчатого питателя, и все это подается в роторно-центробежный агрегат, где уже происходит процесс измельчения. Перед роторно-центробежным агрегатом установлен наклонный лоток с магнитом 7 для улавливания металлических включений. В верхней части роторно-центробежного агрегата установлены шипованные валки, используемые для подготовки твердых отходов полиэтилентерефталата к измельчению. Роторно-центробежный агрегат состоит из двух отделений: грубого и мелкого помола. В первой камере материал размалывается дисковыми фрезами, а далее под действием центробежных сил направляется во вторую камеру, где измельчение производится иглофрезами до порошкообразного состояния. После роторно-центробежного агрегата материал попадает в сепаратор 9 при помощи пневмотранспортировки, и под действием пневмопотоков шихта разделяется на фракции. Недоизмельченный материал осаждается в нижнем корпусе и возвращается на домол во вторую камеру роторно-центробежного агрегата. Пылевидная фракция перемещается через верхнее отверстие в систему аспирации. Кондиционный материал осаждается в циклонах 10 и далее поступает в шнековый питатель 11, который в совокупности с элеватором 13 подает сырье в бункер компонентов композиционных смесей 14. Этот бункер оборудован перегородками, которые разделяют его на три зоны для отдельного накопления и хранения компонентов.

Перед бункером композиционных компонентов располагается бункер дополнительных компонентов (например, силоксановые добавки) композиционных смесей 12, из которого по вертикальному элеватору компоненты транспортируются в отсек бункера 14. В нижней части каждого отсека установлены ячеяковые питатели. Из бункера 14 компоненты определенными дозами подаются в лопастной смеситель 15, где происходит тщательное перемешивание.

Для последующего получения однородной массы смесь компонентов направляется в плавильно-нагревательный агрегат 17, разделенный на три температурные зоны. Температуры регулируются в диапазоне от 50°C до 450°C. На выходе из плавильно-нагревательного агрегата полученная композиционная масса взвешивается в соответствии с нормативно-технической документацией индивидуально для каждого вида изделия. Формование готового изделия производится в прессе 18 с одновременным охлаждением формы. Вид изделия напрямую зависит от пресс формы. Далее композиционная смесь подается по ленточному транспортеру 19 на склад готовой продукции 20.

Описанная технология дает возможность выпускать композиционные материалы на основе отходов полиэтилентерефталата с заданной рецептурой, получая широкий ассортимент продукции с различными физико-химическими, механическими и технологическими характеристиками [4,5].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ключникова Н.В., Гордеев С.А., Гордиенко М.Д. Полимерный композиционный материал на основе термопластичного полиимида // Вестник белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2017. 2 № 12. С. 126-129.

2. Рециклинг и утилизация тары и упаковки: учебное пособие / А. С. Клинков [и др.]. – Тамбов: Изд-во ГОУ ВПО «Тамбовский гос. Технический унт», 2010. – 110 с.

3. Клинков, А. С. Утилизация и переработка твёрдых бытовых отходов / А. С. Клинков, П. С. Беляев, В. Г. Однолько, М. В. Соколов, П. В. Макеев, И. В. Шашков. – Тамбов, 2015. – 188 с.

4. Мельникова М.А. Полимерные материалы: свойства, практическое применение. Учебное пособие / М.А. Мельникова. – Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2013. – 86 с.

5. Еренков О.Ю., Богачев А.П., Полякова А.А. Поиск путей повышения эффективности вторичной переработки отходов из пластмасс // Новые материалы и технологии в машиностроении. 2013. №17. С. 23-28.

УДК 514.8

Михайлюков Р.И.

*Научный руководитель: Брыкова Л.В., канд. пед. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

НЕВОЗМОЖНЫЕ ФИГУРЫ В ГЕОМЕТРИИ

Основатель фрактальной геометрии, ученый, лауреат премии Вольфа по физике (1993) Бенуа Мандельброт сказал: «Геометрию часто называют "холодной" и "сухой". Одна из причин этого состоит в ее неспособности описать форму облака, горы, береговой линии или дерева. Облака - не сферы, горы - не конусы, береговые линии - не окружности, древесная кора не гладкая, молния распространяется не по прямой. Многие природные объекты настолько иррегулярны и

фрагментированы, что по сравнению со стандартной геометрией Евклида природа обладает не просто большей сложностью, а сложностью совершенно иного уровня» [3].

Фигуры, о которых в данной статье пойдёт речь называются невозможными по причине того, что их невозможно встретить в жизни. Они существуют исключительно в оптических иллюзиях или в поле компьютерного пространства. Одна из таких фигур - треугольник Пенроуза или трибар (рис. 1).

Трибар был спроектирован шведским художником Оскаром Реутерсвардом в 1934 году, изобразившим данную фигуру в виде набора кубиков (треугольник из 12 кубиков) (рис. 2). В 1980 году этот вариант невозможной фигуры был напечатан на почтовых марках в Швеции [1].

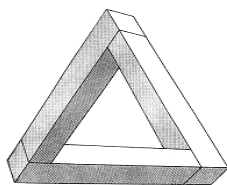


Рис. 1 Трибар

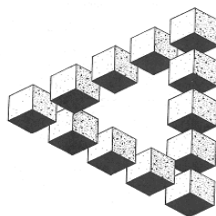


Рис. 2. Треугольник из 12 кубиков

Широкую популярность данный объект обрёл после публикации статьи о невозможных фигурах в “Британском журнале психологии” в 1958 году английским психиатром и его сыном математиком Лайонелом и Роджером Пенроузом.

Позже Мауриц К. Эшер (1898 – 1972), в настоящее время довольно таки популярный голландский художник-сюрреалист, раскрыл необычные свойства трибара в своем творчестве. Как раз в это же время он увлекся конструированием нереальных миров и треугольник Пенроуза, или трибар, вдохновил в 1961 году Эшера на создание литографии «Водопад» (рис. 3), имевшую огромный успех [2]. В своей работе художник грамотно объединил три треугольника Пенроуза (тройной деформированный трибар) (рис. 4).

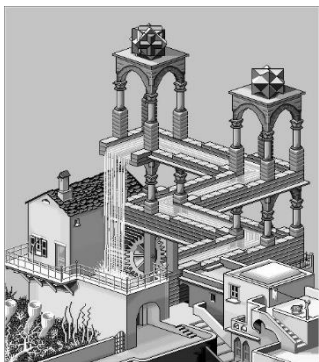


Рис. 3. Литография «Водопад»

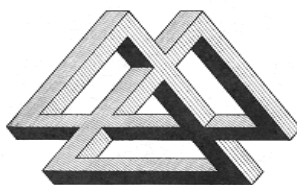


Рис. 4. Тройной деформированный трибар

Это более сложная разработка треугольника Пенроуза. На примере первого объекта можно было разглядеть лишь одно невозможное соединение, а в данной объекте заключены несколько фигур. Рассматривая трибар, вам открываются все новые его грани, меняется восприятие и видение объекта. Данные свойства имеют любые невозможные объекты. Предмет кажется довольно таки убедительным, но если вы попытаете построить что-то подобное в действительности, то у вас ничего не получится. В этом состоит смысл всех невозможных объектов!

Эшер создал, в принципе, визуально убедительную конструкцию с вечным двигателем. Она получается вечной, так как обеспечивает непрерывный поток воды по всей окружности, созданной тремя треугольниками, которые соединены между собой [2]. Многие другие художники, как и Эшер, основываясь на предыдущие работы, копировали трибар и переиздавали, внося изменения. Из четырех типов невозможных объектов трибар - первый. После него идут "Бесконечная лестница", "Космическая вилка" и "Сумасшедший ящик".



Рис. 5. Скульптура треугольника Пенроуза

Несмотря на то что данные фигуры называются невозможными, с помощью компьютера можно их изобразить в плоскости. Благодаря этому данные фигуры нашли широкое применение в рекламе, в дизайне одежды, интерьере дома. А зарубежные скульптуры смогли создать статуи данных невозможных фигур (рис. 5). Однако это всего лишь оптическая иллюзия, которая дает возможность взглянуть на многие вещи под другим углом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Необычные треугольники в жизни Школьный курс геометрии [сайт]: – URL: <https://ab.al-shell.ru/articles/neobychnye-treugolniki-v-zhizni> (дата обращения 10.05.2023)

2. Удивительные фигуры-Невозможный мир[сайт] // Дж. Тимоти Анрах- статья // Приключения с невозможными фигурами.: – URL: <https://im-possible.info/russian/articles/unruch/part1.html>

3. Широухов А.В., Тищенко И.В., Брыкова Л.В. Исследование с помощью компьютерного моделирования тора, цилиндра и конуса как частные случаи циклоиды Дюпена / Вестник Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России. №1. Издательство: СПб УГПС МЧС России, Санкт-Петербург, 2019, с.69-75. (дата обращения 10.05.2023)

УДК 539.3

Мойсейчик А.Е.¹, Яковлев А.А.²

¹ЗАО «Струнные технологии», г. Минск, Республика Беларусь

*²Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь*

РАСЧЕТ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОВЕРХНОСТИ И НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ УПРУГО-ПЛАСТИЧЕСКИХ ТЕЛ ИЗ СТАЛИ ПРИ ИХ НАГРУЖЕНИИ

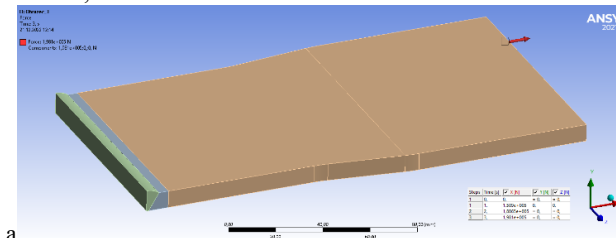
Рассматриваемый тип связанных термопластических задач можно решать методом конечных элементов (с учетом нелинейных деформаций) [1, 2]. На твердотельных моделях, соответствующих физическим прототипам, можно установить поведение пластичной стали в зонах с конструктивно-технологическими дефектами, моделировать неравномерность напряженно-деформированного состояния, исследовать накопление удельной энергии деформации в материале и проследивать изменение механических характеристик стали при переходе от пластичного состояния стали к хрупкому в

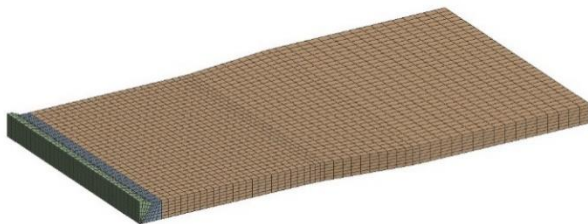
опасном сечении. Ряд ученых (Л. Жильмо, И. А. Одинг, В. С. Иванова и др.) в своих исследованиях [3 - 5] показали, что предельная величина удельной энергии деформации является постоянной для данного материала величиной при конкретной температуре и может рассматриваться как критерий прочности материала. Ранее П. Людвиг установил, что величина предельной энергии деформации существенно зависит от наличия концентраторов в образце, которые приводят к изменению энергии его разрушения.

Поэтому процессы деформирования, накопления удельной энергии деформации и теплообразования в моделях будем исследовать с использованием конечно-элементного анализа и программного комплекса ANSYS.

Для построения твердотельных моделей образцов воспользуемся программой геометрического моделирования SolidWorks. На рисунке 1а в качестве примера приведена геометрическая форма моделируемого образца. Модель имеет свой прототип в виде стальной пластины шириной 100 мм и толщиной 7,7 мм, состоящей из двух соединенных сварным лобовым швом деталей, с соответствующей вариацией концентраторов напряжения. Выполненную модель сохраняем в формате «.x_t» (формат Parasolid), который впоследствии используется для импорта модели в ANSYS.

При создании конечно-элементной сетки в препроцессорной подготовке с использованием функции автоматического разбиения могут возникать ошибки. Поэтому для их минимизации выбираем оптимальную форму конечного элемента и его размеры. В местах значительных градиентов напряжений формируем более мелкую сетку. При создании сетки избегаем элементов с очень острыми углами в вершине. Вид используемой конечно-элементной сетки принятого образца представлен на рисунке 1б. Представленная модель выполнена из 20-ти узловых гексаэдральных элементов с измельчением элементов в области выточки. Размер конечных элементов в области концентрации не превышает 0,4 мм.





б

Рис. 1 Вид твердотельной модели сварной пластины (а) и ее конечно-элементной сетки (б)

Также на ход анализа влияет правильность задания нагрузок, граничных условий и других факторов [1, 2]. В процессе расчетов используется критерий (теория) прочности Губера-Мизеса, который позволяет достаточно точно прогнозировать появление стадии пластичности для упруго-пластического моделирования [1, 2] и удовлетворительно отображает предельное состояние пластичных сталей [6].

Материал расчетной модели наделялся следующими характеристиками:

- плотность материала 7850 кг/м^3 ;
- модуль Юнга: $E = 1,94 \cdot 10^{11} \text{ Па}$; $E_1 = 480 \text{ МПа}$;
- коэффициент Пуассона $0,3$;
- теплопроводность $46 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$;
- теплоемкость $490 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$;
- коэффициент Тэйлора-Квинни $\beta = 0,9$;
- билинейная диаграмма растяжения (рисунок 2).

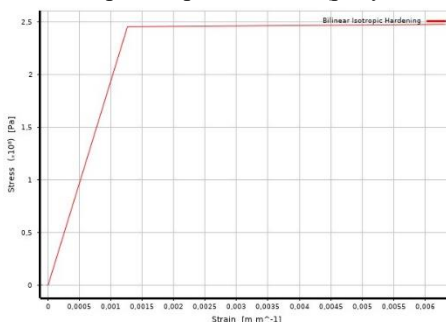


Рис. 2 Билинейная диаграмма стали

Для расчета использовались данные истинной диаграммы растяжения, которую получали из условной для стадии равномерного

деформирования образца, исходя из условия неизменности объема материала при пластическом деформировании. Истинная пластическая деформация определялась по выражению $\varepsilon = \ln \frac{S_0}{S}$, где S_0, S – начальная и текущая площадь поперечного сечения. Значения экспериментальных данных преобразовывались в истинные с помощью формул:

$$\sigma = \sigma_0 / (1 + \Delta l / l_0)$$

$$\varepsilon = \ln(1 + \Delta l / l_0)$$

где σ и σ_0 – напряжения истинные и экспериментальные, ε – истинные деформации.

Для расчета истинная диаграмма представлялась в табличной форме. В стадии пластической работы сталь подвергается значительным деформациям. Программа ANSYS позволяет учитывать деформирование материалов при их нелинейном поведении. Разработчики ANSYS рекомендуют считать большими нелинейными деформациями для подключения функции Large Displacement те, что превышают пять процентов, в некоторых случаях – меньшие деформации [1, 2]. При расчете учитываем следующие факторы: 1) увеличивающаяся с постоянным шагом нагрузка, с максимальным значением, соответствующим достижению предела прочности в области концентрации с точностью до 0.5% от σ_b , и 2) жесткое защемление другого торца образца (в декартовой системе координат). Нагрузку прикладываем к свободному торцу образца (соответствует закреплению в подвижной траверсе испытательной машины). Для корректного решения в настройках решателя включалась опция учета больших деформаций (Large Displacement Static). В процессе расчета получали поля эквивалентных деформаций, напряжений, плотности энергии и деформационных температур при упруго-пластическом деформировании модели. На рисунке 3 приведены поля эквивалентных деформаций и напряжений при действии центрально растягивающей силы 198,21 кН.

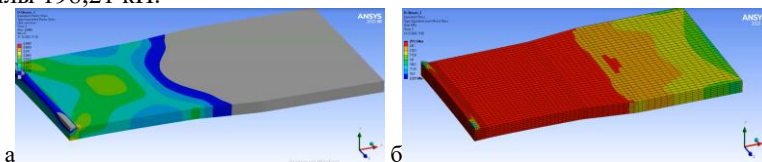


Рис. 3 Эквивалентные деформации (а) и напряжения (б) при пластическом деформировании модели растягивающем усилием 198,21 кН

Основное тепло при деформировании стальных элементов

выделяется в пластической стадии работы металла. Расчет такого тепла предусмотрен в конструкции конечного объемного элемента SOLID226 (рисунок 4) ПК ANSYS. Этот элемент поддерживают эффект пластического тепловыделения, который проявляется в росте температуры в процессе пластических деформаций при преобразовании части пластической работы в тепло.

Элемент представляет 20 – узловый гексаэдр с узлами в вершинах и посреди ребер. При решении упруго-пластической задачи вычисляются значения для каждого узла элемента, что требует значительных временных ресурсов. Для увеличения скорости расчета связанных в ANSYS предусмотрено уменьшение количества точек интегрирования в настройках элемента (KEYOPT(6)=1).

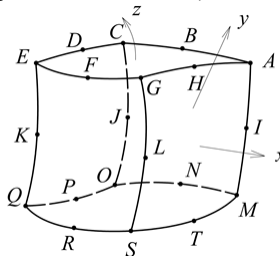


Рис. 4 Геометрия конечного элемента SOLID226 с расположением узлов в точках

При расчете пластического тепловыделения в ANSYS используется плотность теплового потока в пластической стадии [1, 2], определяемая по выражению (1):

$$\dot{Q}^p = \beta \dot{W}^p, \quad (1)$$

где величина $\beta \leq 1$ - доля пластической работы преобразуемая в тепло, известная как коэффициент Тэйлора–Квинни.

$$\dot{W}^p = \{\sigma\}^T \{\dot{\varepsilon}^p\}, \quad (2)$$

где $\{\sigma\} = \{\sigma_x \sigma_y \sigma_z \sigma_{xy} \sigma_{yz} \sigma_{xz}\}^T$; $\{\dot{\varepsilon}^p\} = \{\dot{\varepsilon}_x^p \dot{\varepsilon}_y^p \dot{\varepsilon}_z^p \dot{\varepsilon}_{xy}^p \dot{\varepsilon}_{yz}^p \dot{\varepsilon}_{xz}^p\}^T$; $\{\sigma\}$ - вектор напряжений; $\{\dot{\varepsilon}^p\}$ - вектор скорости пластических деформаций.

В расчетах коэффициент Тэйлора-Квинни β принимают равным постоянной величине, например, 0,9. Однако исследования показывают, что коэффициент Тейлора-Куинни следует рассматривать как переменную. Это актуально для сталей, в которых происходят фазовые превращения при деформации. Также β зависит от скорости деформации и напряженного состояния.

Связанное уравнение движения и уравнение сохранения теплового

баланса в матричном виде представляется [1, 2]:

$$\begin{bmatrix} [M] & [0] \\ [0] & [0] \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \{\ddot{u}\} \\ \{\ddot{T}\} \end{Bmatrix} + \begin{bmatrix} [C] & [0] \\ [0] & [C'] \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \{\dot{u}\} \\ \{\dot{T}\} \end{Bmatrix} + \begin{bmatrix} [K] & [0] \\ [0] & [K'] \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \{u\} \\ \{T\} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \{F\} \\ \{Q\} + \{Q^p\} \end{Bmatrix}, \quad (3)$$

где $[M]$ – матрица масс конечного элемента, $[C]$ – матрица демпфирования, $[K]$ – матрица жесткости элемента, $\{u\}$ – вектор перемещений, $\{F\}$ – сумма сил в узлах элемента и давления приложенного к элементу, $[C']$ – тепловая матрица указанного элемента, $[K']$ – матрица конвекционного рассеивания элемента, $\{T\}$ – вектор узловых температур, $\{Q^p\} = \int_V \dot{Q}_n^p \{N\} dV$ – пластическое теплообразование в элементе при нагружении, $\{Q\}$ – суммарное тепловое воздействие (нагрузка) на элемент через его поверхность, \dot{Q}^p – изменение плотности пластического тепла элемента за шаг n , рассчитываемое с помощью ANSYS, $\{N\}$ – функция формы элемента.

При работе стали в пластической стадии повышение температуры (ΔT) в исследуемых точках можно определить по формуле (с использованием ANSYS)

$$\Delta T = \beta \cdot \dot{W}^p / (C \cdot \rho), \quad (4)$$

где ΔT – изменение температуры, β – коэффициент Тэйлора-Квинни (принят 0,9), \dot{W}^p – величина пластической работы в единице объема, C – удельная теплоемкость стали, ρ – плотность материала.

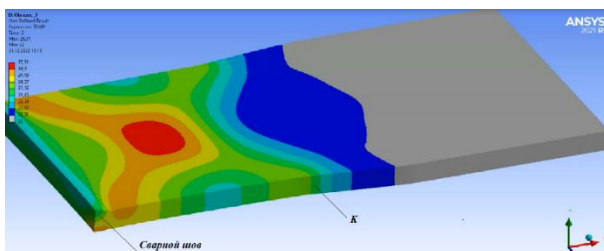


Рис. 5 Температурное поле поверхности модели исследуемого стального образца при центральном растяжении его усилием 198,21 кН

Расчет показал, что расположение зон с температурными аномалиями изменялось в процессе упруго-пластического деформирования модели. Так, первое повышение температуры произошло в окрестности точки «K» (рисунок 5). С ростом нагрузки нагрев в зоне «K» приостановился. С приближением напряжений в материале околошовной зоны к пределу текучести температурные

аномалии проявились у концов сварного шва. При достижении напряжением в рабочей зоне пластины 257,3 МПа наибольший нагрев локализовался в центральной части рабочей зоны (зона, отмеченная красным цветом на рисунке 5). Температура поверхностных точек материала изменялась в интервале от 22,0 °С до 25,3 °С.

Изложенное свидетельствует, что расчет изменения температуры стали образцов, выполненный в программном комплексе ANSYS с использованием конечного элемента SOLID226, подтверждает наличие зависимости между изменением напряженно-деформированного состояния в исследуемых точках модели и повышением температуры материала при упруго-пластическом деформировании. Выявленные в модельных образцах закономерности изменения зон расположения температурных аномалий при растяжении и диапазоны изменения температуры поверхности допускают экспериментальную проверку с использованием компьютерного термографирования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Kohnke, P. Theory Reference for the Mechanical APDL and Mechanical Applications. Release 12.0. – Southpoint, USA: ANSYS, Inc., 1190 p.
2. Kohnke, P. ANSYS Mechanical APDL and mechanical applications theory reference. Release 15.0. – Southpoint, USA: SAS IP, Inc., 988 p.
3. Жильмо, Л. Характеристика свойств конструкционных сталей работой предельной деформации // В кн. Современные проблемы металлургии. М.: Издательство АН СССР, 1958. – С. 572 – 582.
4. Одинг, И. А. Допускаемые напряжения в машиностроении и циклическая прочность / И. А. Одинг. – М.: Машгиз, 1962. – 260 с.
5. Иванова, В. С. Природа усталости металлов / В. С. Иванова, В. Ф. Терентьев. – М.: Металлургия, 1975. – 456 с.
6. Писаренко, Г.С. Деформирование и прочность материалов при сложном напряженном состоянии/Г.С. Писаренко, А.А. Лебедев. - Киев: Наукова думка, 1976. - 416 с.

ВСТРАИВАНИЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО СЕГМЕНТА КАК ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ПРИ СОЗДАНИИ ПРОГРАММ НА ЯЗЫКЕ СИ

Одна из особенностей языка Си – очень маленькое ядро языка, позволяющее сделать его компактным, но мощным инструментом. Это же является и недостатком, т.к. малый набор базовых средств требует от программиста самостоятельного создания необходимых вспомогательных средств [1, 2]. Тем не менее это один из самых используемых языков программирования, на котором написаны операционные системы, программное обеспечение для встраиваемых систем, драйвера, различные пользовательские приложения и т. п.

Использование пользовательских сегментов и дополнительных инструментов в виде макросов, низкоуровневых функций, позволяет реализовать множество важных, сложных инструментов, некоторые из которых невозможно правильно реализовать иначе.

Одна из ежедневных задач, с которой сталкиваются программисты – это тестирование [3]. Для программистов на языке Си данная задача особенно сложна, т.к. язык не предоставляет стандартных средств тестирования.

Многие программисты создают самые базовые системы тестирования: они пишут функции-тесты, затем вручную вызывают их в программе – в подобной системе легко допустить ошибку, т.к. создание теста и его вызов разделены – чем больше проект, тем больше ошибок, связанных с тем, что программист забыл вызвать новую функцию, не убрал вызов старой, не выделил или не освободил ресурсы для теста и т. п [4].

Это связано с тем, что для создания надежно работающей тестирующей системы в языке Си необходимо применять специфические методы, которые обычно не применяются в других языках программирования.

Сперва посмотрим, как тестирование реализовано в популярных библиотеках:

Библиотека Unity [5] требует от пользователя явно определять функцию main, как мы видим на рис. 1, вызывать инициализацию и

освобождение ресурсов системы тестирования, а также прописывать вызов каждого теста и вручную указывать номер строки, на которой тест объявлен.

```
int main(void)
{
    UnityBegin("test/TestProductionCode.c");
    RUN_TEST(test_FindFunction_WhichIsBroken_ShouldReturnZeroIfItemsNotInList_WhichWorksEvenInOurBrokenCode, 20);
    RUN_TEST(test_FindFunction_WhichIsBroken_ShouldReturnTheIndexForItemsInList_WhichWillFailBecauseOurFunctionUnderTestIsBroken, 30);
    RUN_TEST(test_FunctionWhichReturnsLocalVariable_ShouldReturnTheCurrentCounterValue, 41);
    RUN_TEST(test_FunctionWhichReturnsLocalVariable_ShouldReturnTheCurrentCounterValueAgain, 51);
    RUN_TEST(test_FunctionWhichReturnsLocalVariable_ShouldReturnCurrentCounter_ButFailsBecauseThisTestIsActuallyFlawed, 57);

    return UnityEnd();
}
```

Рис. 1 Код из официального примера

Это огромное пространство для ошибок: программисту для добавления нового теста необходимо: написать тест, добавить его вызов в main функцию, отредактировать номера строк, указанных в RUN_TEST.

Также сам макрос RUN_TEST на рис. 2 не предоставляется данной библиотекой – в примере подразумевается, что пользователь обязан сам написать его.

```
#define RUN_TEST(TestFunc, TestLineNum) \
( \
    Unity.CurrentTestName = #TestFunc; \
    Unity.CurrentTestLineNumber = TestLineNum; \
    Unity.NumberOfTests++; \
    if (TEST_PROTECT()) \
    { \
        setUp(); \
        TestFunc(); \
    } \
    if (TEST_PROTECT()) \
    { \
        tearDown(); \
    } \
    UnityConcludeTest(); \
)
```

Рис. 2 Код макроса RUN_TEST

Что опять же – дополнительные ошибки и затраты времени.

Аналогичные проблемы, например, с библиотекой Check [6] – у неё сложная система, требующая от программиста большого вызова системных функций библиотеки, не связанных напрямую с тестированием, а с выстраиванием инфраструктуры системы тестирования.

Все вышеописанные проблемы решаются оригинальным применением пользовательских сегментов. Примером подобного использования является библиотека Criterion [7].

Мы реализовали на её основе собственную минимальную версию библиотеки тестирования.

```

#define MT_TEST_BODY(category, name, ...) \
    MT_TEST_PROTOTYPE(category, name);\
    MT_TEST_TRAMPOLINE(category, name)\
    struct mt_test_extra_data MT_IDENTIFIER(category, name, extra) = MT_MAKE_STRUCT( \
        mt_test_extra_data, \
        .file = _FILE_, \
        .line = _LINE_, \
        _VA_ARGS_); \
    struct mt_test MT_IDENTIFIER(category, name, meta) = { \
        #name, \
        #category, \
        MT_IDENTIFIER(category, name, jmp), \
        &MT_IDENTIFIER(category, name, extra) \
    }; \
    MT_SECTION("mt_tst") \
    struct mt_test * MT_IDENTIFIER(category, name, ptr) = &MT_IDENTIFIER(category, name, meta); \
    MT_TEST_PROTOTYPE(category, name)

#define TEST(category, name, ...) MT_TEST_BODY(category, name, _VA_ARGS_)

```

Рис. 3 Код двух главных макросов

На рис. 3 мы видим код основных макросов. При объявлении теста основные данные располагаются в сегменте `.data`, при этом мы размещаем указатель на структуру с мета-информацией о тесте в сегменте `mt_tst`.

Это позволяет произвести анализ сегмента во время выполнения с помощью следующего кода на рис. 4.

```

int mt_sections_getarr(const char *sectname, struct mt_section **out){
    struct mt_section *sect = malloc(sizeof(struct mt_section) * 3);
    if(!sect)
        return -1;
    sect[0].addr = NULL;
    sect[1] = 0;
    sect[2].size = 2;
    HANDLE snap = CreateToolhelp32Snapshot(TH32CS_SNAPMODULE, GetCurrentProcessId());
    if(snap == INVALID_HANDLE_VALUE){
        fprintf(stderr, "CreateToolhelp32Snapshot returned INVALID_HANDLE_VALUE");
    }
    MODULEENTRY32 mod = { .dwSize = sizeof(MODULEENTRY32);
    for(MODULE more = Module32First(snap, &mod); more != Module32Next(snap, &mod);){
        struct mt_section s;
        if(mt_section_getaddr(mod.hModule, sectname, &s))
            continue;
        if(!s.size){
            size *= 1.5f;
            sect = realloc(sect, sizeof(struct mt_section) * (size+1));
            if(!sect)
                return -1;
        }
        sect[sz] = s;
        sect[sz+1].addr = NULL;
        sz++;
    }
    unsigned long err = (unsigned long) GetLastError();
    if(err != ERROR_NO_MORE_FILES){
        fprintf(stderr, "Error %lu while iterating over modules", err);
    }
    *out = sect;
    return 0;
}

```

Рис. 4 Код функции нахождения данных в пользовательском сегменте

Таким образом программа получила возможность анализировать информацию об объявленных тестах. В дополнение к этому мы объявляем в составе библиотеки функцию `main`, в которой будут прописаны все необходимые инициализации и освобождения ресурсов.

В итоге для тестирования программы пользователю достаточно объявить функции тестирования, как на рис. 5.

```

TEST(firstCategory, name){
    printf("Body of test\n");
    mt_assert(true);
}

```

Рис. 5 Код примера функции тестирования

Более никаких действий от программиста не требуется – ему нет необходимости объявлять main функцию, отдельно вызывать тесты и т.п. – применение пользовательского сегмента позволяет программе при анализе собственной памяти находить все необходимые данные и использовать их.

Мы рассмотрели один из комплексных и оригинальных способов применения пользовательского сегмента в программе на языке Си.

В перечень возможных целей применения пользовательских сегментов также входит размещение отладочной информации внутри исполняемого файла – их размещение в отдельном сегменте позволит организовать более продуктивное и сложное взаимодействие программы-отладчика и отлаживаемой программы за счет возможности анализа полезных данных программой-отладчиком внутри данного сегмента.

В пользовательском сегменте могут располагаться данные, необходимые для систем сборки приложений.

Последние примеры возможного применения пользовательских сегментов – это обеспечение производительности и безопасности.

Производительность обеспечивается за счет увеличения количества «попаданий кэша», т.к. мы можем объединить в отдельном сегменте данные, связанные с определенной решаемой задачей в рамках программы.

Безопасность может быть обеспечена за счет установления определенных прав доступа на сегмент при компиляции с определенными для этого флагами [8].

На основе данных идей возможна разработка новых программных продуктов на языке Си и модификация имеющихся библиотек. Механизм создания пользовательских сегментов позволяет решить широкий спектр задач: от создания удобной и безопасной инфраструктуры тестирования до обеспечения быстрой отладки, производительности, установления прав доступа на определенные данные и т.п. Разумное применение данного механизма позволит улучшить программное обеспечение на языке Си и создать новые, удобные инструменты для программистов на языке Си.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Керниган Б., Язык программирования С / Керниган Б. Ритчи Д.; пер. С. Штаркмана – СПб.: «Невский Диалект», 2001. – 352 с.
2. Сикорд Роберт С. Эффективный С / Сикорд Роберт С. – СПб.: Питер, 2022. – 304 с.
3. Канева К.М. Актуальные информационные технологии в связи с уходом западных партнеров // XIV Международный молодежный форум «Образование. Наука. Производство». 2022. Т. 13 С. 75-78
4. Четвертухин В.Р., Бондаренко Т.В. Разработка интерфейсов в стиле С++ для библиотеки в С-стиле на примере Winsock // XII Международный молодежный форум «Образование. Наука. Производство». 2020. С. 2026-2033
5. Репозиторий библиотеки Unity [Электронный ресурс], URL: <https://github.com/ThrowTheSwitch/Unity> (дата обращения: 8.04.23)
6. Официальный сайт библиотеки Check [Электронный ресурс], URL: <https://libcheck.github.io/check/> (дата обращения: 9.04.23)
7. Репозиторий библиотеки Criterion [Электронный ресурс], URL: <https://github.com/Snaipe/Criterion> (дата обращения: 10.04.23)
8. Документация компилятора GCC. Флаги [Электронный ресурс], URL: <https://gcc.gnu.org/onlinedocs/gcc/Option-Summary.html> (дата обращения: 10.04.23)

УДК 004.057.4

Морозов Д.А.

Научный руководитель: Федотов Е.А., ст. преп.

*Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

СЕТЕВОЙ ПРОТОКОЛ UTP И ЕГО ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ

Протокол uTP (Micro Transport Protocol) появился в 2009 году в качестве нового транспортного протокола для BitTorrent [1].

Ранее BitTorrent применял в качестве основного транспортного протокола TCP для надежной передачи частей файлов между пирами, но это приносило определенные проблемы.

Протокол TCP не способен быстро учитывать динамические изменения в сети, как изменения пропускной способности или задержки. Это связано с тем, что во время создания TCP параметры сетей были более предсказуемы.

Проблемы TCP можно определить следующим образом:

1. Проблема первого пакета – при начальном соединении TCP ограничивает количество отправляемых пакетов до очень низкого уровня и постепенно увеличивает его. Это приводит к медленному росту скорости соединения, особенно в сетях с большими задержками.

2. Сложность обработки пакетных потерь – при обнаружении потери пакетов TCP начинает снижать скорость передачи данных, но это может привести к недостаточному использованию пропускной способности сети, особенно в сетях с высоким RTT.

3. Сложность в обработке больших задержке – TCP использует таймауты для определения потерь, но при больших задержках это может привести к значительному снижению производительности.

4. Неравномерное распределение пропускной способности – TCP пытается использовать всю доступную пропускную способность сети, но не всегда удается равномерно её распределить между соединениями, что приводит к снижению производительности.

Последняя проблема была особенно важна – невозможность равномерного распределения трафика между соединениями уменьшала общую производительность BitTorrent, т.к. для приема файлов необходимо установить соединение с множеством пиров – и трафик TCP-соединений мог распределиться неудачным образом, отдав приоритет более медленным пирам.

Также неравномерность распределения трафика между TCP-соединениями вызывала еще одну проблему. BitTorrent – это программа, которую пользователь запускает в фоновом режиме для загрузки некоторых файлов, пока продолжает работать за ЭВМ: создавать электронные отчеты, работать с сетью и т.п.

Многие приложения применяют протокол TCP [2], что приводило к тому, что несколько десятков TCP-соединений с пирами BitTorrent начинали конкурировать с TCP-соединениями пользовательских программ – это уменьшало общую производительность всех соединений, увеличивало нагрузку на ЭВМ, т.к. TCP-соединения были вынуждены реагировать на конкуренцию за ограниченное число ресурсов, выходящие из этого потери пакетов и т.п.

Все эти проблемы отрицательно сказывались на производительности BitTorrent и не могли быть исправлены средствами TCP – именно это привело к созданию uTP.

uTP – это транспортный протокол, построенный поверх UDP [3]. Формат заголовка пакета представлен на рис. 1 и сильно отличается от заголовка TCP [4], представленного на рис. 2.

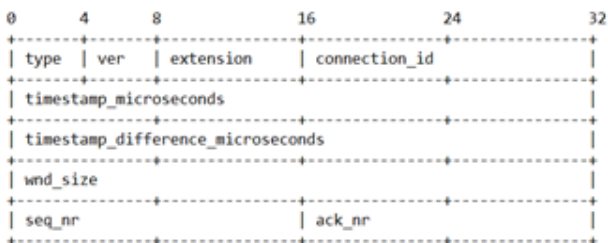


Рис. 1 Формат заголовка пакета uTP

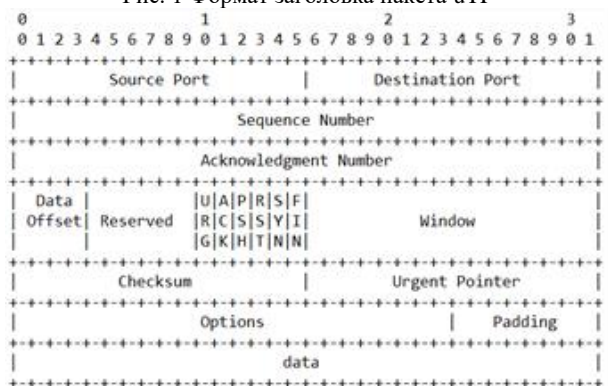


Рис. 2 Формат заголовка пакета TCP

Применение uTP в BitTorrent позволило решить все описанные выше проблемы.

1. Проблема первого пакета – uTP не имеет жестко заданной начальной скорости передачи данных – применяется динамическое определение скорости передачи, что позволяет быстро начать эффективную работу.

2. Сложность обработки пакетных потерь – вместо повторной передачи каждого потерянного пакета, uTP группирует их и передает одним пакетом.

3. Сложность в обработке больших задержке – uTP применяет более адаптивные таймауты, позволяющее быстрее и точнее определить потери пакетов при больших задержках.

4. Неравномерное распределение пропускной способности – uTP реализует механизм динамического ограничения скорости передачи данных, который позволяет более эффективно распределять пропускную способность между соединениями в ситуациях, когда пропускная способность сети ограничена. Это позволяет увеличить эффективность передачи данных и снизить вероятность перегрузки

сети. Динамическое ограничение скорости также позволяет эффективно утилизировать весь трафик в случае, если он не занят и быстро освобождать ресурсы для интерактивного трафика – TCP-соединений пользовательских программ и т.п.

Несмотря на все преимущества, описанные выше, uTP не получил широко распространения за пределами BitTorrent-клиентов и программ для обмена файлами, как, например, OneSwarm [5].

Это связано с тем, что программисты предпочитают организовывать большую часть сетевой работы приложений через TCP [6], с которым они знакомы, и предпочитают не использовать более производительный, но менее распространенный протокол. Даже в тех случаях, когда их приложение является «фоновым», как BitTorrent-клиенты и не должно конкурировать с интерактивным трафиком.

Все описанные выше плюсы протокола uTP являются важными не только для BitTorrent-клиентов, но и для других пользовательских приложений.

Таким образом, транспортный протокол uTP появился из проблемы передачи файлов в P2P сетях посредством TCP, который не мог эффективно удовлетворить практические потребности данной задачи. Созданный протокол показал себя эффективным и успешно применяется во многих реализациях BitTorrent-клиентов на протяжении почти 20 лет. Тем не менее, мы считаем, что uTP может найти свой путь за пределы BitTorrent-клиентов, если больше разработчиков будут знать о существовании данного протокола и его особенностях.

Быстрая адаптация к динамическим изменениям сети, возможность эффективного распределения ресурсов позволяют применять uTP в любых приложениях, которые нацелены на работу в P2P сетях, нестабильных сетях, сетях с большими задержками, а также в приложениях, способных без проблем поделиться вычислительными ресурсами с другими приложениями для обработки интерактивного трафика при его возникновении.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Объявление о появлении uTP на официальном сайте BitTorrent [Электронный ресурс], URL: <https://www.bittorrent.com/blog/2009/10/05/changing-the-game-with-%CE%BCtp> (дата обращения: 9.04.23)
2. Верещагина И.В. Сервисы VPN: Для чего они нужны и их цель // XIV Международный молодёжный форум «Образование. Наука. Производство». 2022. Т. 13 С. 19-25

3. Официальная документация uTP [Электронный ресурс], URL: http://www.bittorrent.org/beps/bep_0029.html (дата обращения: 9.04.23)

4. Формат заголовка TCP-пакета. RFC-793 [Электронный ресурс], URL: <https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc793#section-3.1> (дата обращения: 10.04.23)

5. Официальный сайт OneSwarm [Электронный ресурс], URL: <https://www.oneswarm.org/> (дата обращения: 10.04.23)

6. Рязанов О.Ю., Федотов Е.А. HTTP сервер с использованием пула потоков // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. С. 4472-4475

УДК: 678.03

Морозова В. А., Котикова К.В., Лядова Ю. В.
Научный руководитель Полуэктова В. А., д-р техн. наук, проф.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

МОДИФИЦИРОВАНИЕ СОСТАВА ЭПОКСИДНОГО КОМПОЗИТА С ЦЕЛЬЮ УЛУЧШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ

Композитные материалы нашли широкое применение в различных отраслях промышленности благодаря их уникальным свойствам, включая высокую прочность и жесткость при относительно низкой плотности. Но для повышения эксплуатационных свойств часто требуется модифицировать матрицу и/или наполнитель.

Разработка композитных материалов, модифицированных олигомерами и дисперсными наполнителями, может значительно улучшить их эксплуатационные свойства и расширить области применения.

Для модифицирования выбрана эпоксидная матрица. Она обладает такими свойствами, как низкая вязкость, легкость отверждения, малая усадка, высокие механические свойства, адгезионная прочность, электроизоляционные свойства, химостойкость и универсальность.

Наибольший интерес представляют собой модификации эпоксидных смол наполнителями, придающими функциональность и прочность готовому композиту и стабильными (не имеющими побочных эффектов при эксплуатации изделия, например «выпотевание» [1]) олигомерными добавками.

Вязкие модификаторы используются для улучшения свойств отвержденного изделия, низковязкие модификаторы для улучшения

перерабатываемости эпоксидных композиций до отверждения, для улучшения реологических характеристик неотвержденных КПК [2, 3].

В качестве дисперсного наполнителя был выбран железорудный концентрат [4], придающий отверждённому композиту следующие свойства: повышенные прочностные свойства, теплостойкость, повышенная электропроводность и коррозионная устойчивость.

В качестве низковязкого модификатора смеси применяли флорглюцинфурфуrolный олигомер [5]. Он используется для улучшения реологических свойств неотвержденного композита и для повышения прочностных свойств.

В работе были исследованы прочностные характеристики модифицированного композита. Полученные результаты представлены на рис. 1, рис. 2.

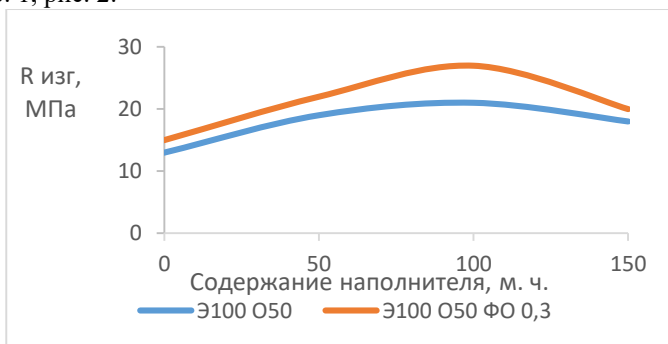


Рис. 1 Зависимость прочности на изгиб эпоксидного немодифицированного и модифицированного композита флорглюцинфурфуrolным олигомером от содержания дисперсного наполнителя

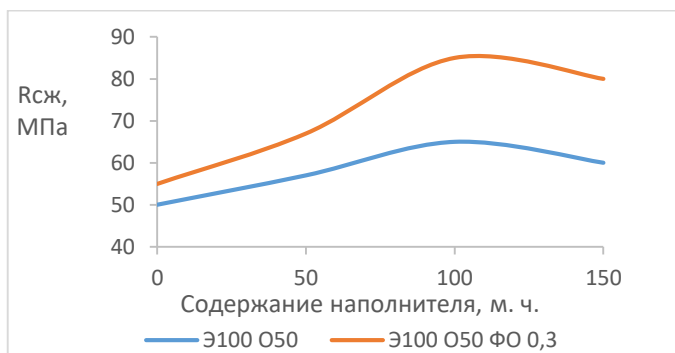


Рис. 2 Зависимость прочности на сжатие эпоксидного немодифицированного и модифицированного композита флорглюцинфурфуrolным олигомером от содержания дисперсного наполнителя

Уплотнение эпоксидных композитов повышает их прочностные характеристики, прежде всего на сжатие и изгиб, вследствие появления дополнительного межфазного контактного взаимодействия.

Флорглюцинфурфурольные олигомеры повышают текучесть связующего, что улучшает смачиваемость поверхности наполнителя, при этом в процессе полимеризации увеличивается адгезия эпоксидной смолы к наполнителю, благодаря этому повышаются прочностные характеристики готового композита.

Также благодаря железорудному концентрату повышаются показатели на прочность по сравнению с контрольным составом. То есть дисперсный наполнитель, армируя матрицу композита, повышает его прочностные свойства.

Таким образом, установлено, что модифицирование эпоксидного состава приводит к повышению его прочностных свойств и позволяет расширить его границы использования в качестве легких, прочных и износостойких изделий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кольшкин В.А. Клеевые композиции на основе эпоксидного олигомера ЭД-22 и дициандиамида с улучшенными свойствами. Дис...канд. техн. наук. – М.: РХТУ им Д.И. Менделеева. – 2006. – 197 с.
2. Строганов И.В., Строганов В.Ф., Замалетдинов И.Ф., Чукин А.В. О возможностях модификации эпоксидных клеев и компаундов// Клеи, герметики, технологии. – 2006. – №7. – С.20-23.
3. Васильченко Е.И., Межиковский С.М., Станкевич А.О., Кузнецов Ю.Л., Варламова Н.В., Западский Б.И. «Безрастворные» термостойкие связующие. Исследование реологии смесей олигоимидов с жидкими олигомерами// Пластические массы. – 1999. – №3. – С.19-26.
4. Электронный ресурс : <https://products.metalloinvest.com/catalog/iron-ore-products/iron-ore-concentrates/28077/>. (дата обращения 13.05.2023)
5. Слюсарь А.А., Полуэктова В.А., Мухачева В.Д. Коллоидно-химические аспекты пластификации минеральных суспензий оксифенолфурфурольными олигомерами // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2008. – №2. – С. 66-69.

Назаров Д.Е.

*Научный руководитель: Полещенко Д.А., канд. техн. наук, доц.
Старооскольский технологический институт им. А. А. Угарова (филиал)
«Национальный исследовательский институт МИСиС»,
г. Старый Оскол, Россия*

О ВЛИЯНИИ СЖАТИЯ, ПОДАВАЕМОГО НА НЕЙРОННУЮ СЕТЬ ИЗОБРАЖЕНИЯ, НА ТОЧНОСТЬ РАСПОЗНАВАНИЯ

При решении задач распознавания объектов с помощью нейронных сетей существует проблема неверного подбора соотношения разрешений между изображениями, подаваемыми на нейронную сеть в качестве обучающей выборки и изображениями, на которых она будет решать реальную задачу. Неверный подбор такого соотношения приводит к вынужденному сжатию изображений и как следствие к большой разнице между результатами, которые сеть выдавала во время обучения и результатами в реальных условиях. Актуальность этой задачи обусловлена возросшим интересом предприятий и крупных компаний к технологиям на основе машинного обучения, с целью автоматизации и интеллектуализации своих рабочих механизмов.

За основу исследования была взята открытая для общего пользования база данных MNIST, содержащая в себе огромное количество приведённых к стандартному виду изображений, сформированных в обучающие и тестовые выборки. В данной работе будет использована база данных образцов рукописного написания цифр.

В ходе тестов была использована свёрточная нейронная сеть со структурой:

3 свёрточных слоя Conv2D с количеством выходных фильтров 32, 64, 128 и функцией активации 'relu'. После каждого свёрточного слоя следует Pooling-слой - MaxPooling2D и dropout слой с 20% исключением нейронов. Последний скрытый слой Dense имеет 512 нейронов и функцию активации 'relu'. На выходе стоит слой Dense с 10 нейронами и функцией активации 'softmax'. Сеть обучалась со следующими параметрами обучения: batch_size=200, epochs=15, обучающая и тестовая выборка 60000 и 10000 изображений соответственно размером 28x28 пикселей.

В качестве данных, на которых будет производится влияние сжатия были взяты стандартные разрешения, используемые в компьютерной технике.

Таблица 1- Данные для исследования

Название формата	Количество точек	Пропорции изображения	Общее число пикселей
240p	426 x 240	1,77 (16:9)	102 240
QVGA	320×240	1,33 (4:3)	76 800
nHD	640×360	1,77 (16:9)	231 680
VGA	640×480	1,33 (4:3)	307 200
480p	854 x 480	1,77 (16:9)	409 920
576p EDTV	720×576	1,33 (4:3)	414 720
HD 720p	1280×720	1,77 (16:9)	921 600
XGA+	1152×864	1,33 (4:3)	995 328
Full HD 1080p	1920×1080	1,77 16:9	2 073 600
UXGA	1600×1200	1,33 (4:3)	1 920 000

В ходе подготовки к исследованию были обучены 5 нейронных сетей одинаковой структуры, которые после обучения обеспечили следующий результат работы на тестовой выборке:

1. 99.29%
2. 99.45%
3. 99.31%
4. 99.46%
5. 99.28%

В качестве данных, подаваемых на вход нейронной сети для оценки влияния сжатия, был использован самостоятельно сформированный датасет, состоящий из 1000 изображений рукописных цифр, реализованных в пакете Paint.Net по 100 экземпляров для каждого рассматриваемого разрешения.

Итог работы на данном датасете можно увидеть в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты работы обученных моделей

Общее число пикселей	Результат первой модели	Результат второй модели	Результат третьей модели	Результат четвертой модели	Результат пятой модели
784	91%	90%	92%	86%	84%
102 240	80%	84%	74%	75%	70%
76 800	82%	84%	75%	75%	75%
231 680	72%	75%	67%	69%	64%

Общее число пикселей	Результат первой модели	Результат второй модели	Результат третьей модели	Результат четвертой модели	Результат пятой модели
307 200	75%	81%	66%	74%	71%
409 920	68%	76%	62%	72%	62%
414 720	69%	78%	61%	66%	67%
921 600	58%	78%	59%	72%	57%
995 328	65%	81%	65%	72%	68%
2 073 600	63%	75%	62%	68%	54%
1 920 000	61%	76%	52%	70%	60%

Полученные от всех моделей данные были усреднены для каждого разрешения и сведены в следующий график:



Рис. 1 – Усреднённые данные собственного датасета

По результатам исследований установлено, что с увеличением общего количества пикселей и последующим сжатием картинки, способность нейронной сети распознавать образы заметно снижается. Однако, помимо этого можно сделать дополнительный вывод, что процент распознавания зависит не только от количества пикселей, но и от соотношения сторон.



Рис. 2 – Результат тестирования моделей в разрезе соотношения сторон

Как можно заметить при относительно равном количестве пикселей, наиболее точные результаты мы получаем тогда, когда наше соотношение сторон более приближено к равностороннему (как у тех изображений, которые находились в обучающей и тестовой выборке).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Исследование влияния параметров нейронной сети на качество распознавания простых образов // Силовые приводы и автоматика URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-vliyaniya-parametrov-neyronnoy-seti-na-kachestvo-raspoznavaniya-prostyh-obrazov> (дата обращения: 28.11.2022).

2. [ru.wikipedia.org**/https://ru.wikipedia.org/wiki/Разрешение_экра_на_монитора](https://ru.wikipedia.org/wiki/Разрешение_экра_на_монитора) (дата обращения: 28.11.2022).

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ: ПЕРСПЕКТИВЫ И ВЫЗОВЫ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

В последние десятилетия искусственный интеллект стал одной из самых обсуждаемых тем в научных кругах, среди предпринимателей и общества в целом. Искусственный интеллект представляет собой сферу информатики, которая ставит перед собой задачу создать компьютерные системы, способные выполнять действия, требующие интеллектуальных способностей человека. Применение искусственного интеллекта уже заметно в многих областях нашей жизни. Он охватывает разнообразные аспекты, от самообучающихся систем до автоматического распознавания изображений и речи. Например, искусственный интеллект используется в медицине для диагностики и лечения различных заболеваний, в транспортной системе для повышения безопасности и эффективности дорожного движения, а также в банковском секторе для обнаружения финансовых мошенничеств и принятия решений по кредитованию. Производственная сфера также является областью применения искусственного интеллекта. Интеллектуальные роботы и системы автоматизации помогают оптимизировать процессы производства, повышая эффективность и качество продукции. Искусственный интеллект также используется в транспортной отрасли для разработки автономных транспортных средств и оптимизации маршрутов.

Маркетинг и реклама – еще одна область, где искусственный интеллект находит применение. С помощью алгоритмов машинного обучения и анализа больших данных, искусственный интеллект позволяет адаптировать рекламу и маркетинговые стратегии под потребности и вкусы каждого конкретного потребителя. Это позволяет более точно определить целевую аудиторию и достичь большего успеха в продвижении товаров и услуг.

Одним из ключевых преимуществ искусственного интеллекта является его способность обрабатывать и анализировать большие объемы данных в кратчайшие сроки. Искусственный интеллект может извлекать ценную информацию из данных, которая может быть недоступна или сложно доступна для человека. Благодаря этому

возможности принятия рациональных и обоснованных решений быстрее становятся реальностью.

Еще одно важное преимущество искусственного интеллекта – его способность к обучению. Системы искусственного интеллекта могут обучаться и самостоятельно развиваться на основе предоставленных данных, анализировать свои ошибки и улучшать свою производительность. Это делает их незаменимыми в таких областях, как автопилоты, медицинские диагнозы, финансовый анализ и многое другое.

Однако развитие искусственного интеллекта вызывает определенные опасения, поднимает вызовы и проблемы, которые необходимо решать по мере развития искусственного интеллекта. Например, возникает вопрос этики и ответственности за безопасность при реализации искусственного интеллекта. Кто несет ответственность за ошибки или вред, причиненный искусственным интеллектом? Как можно обезопасить искусственный интеллект от его использования в корыстных целях? Как системы искусственного интеллекта будут принимать решения, и насколько эти решения будут соответствовать нашим ценностям и правилам?

Еще одной проблемой является влияние искусственного интеллекта на рынок труда. С развитием искусственного интеллекта развивается потенциальная угроза сокращения рабочих мест, становится более ясно, что многие профессии могут быть заменены автоматизированными системами.

Также необходимо учесть вопросы конфиденциальности данных при использовании искусственного интеллекта. Сбор и анализ больших объемов информации может повлечь за собой нарушение приватности и правил хранения данных.

Несмотря на все сложности и вызовы, искусственный интеллект представляет собой возможность значительного изменения нашего образа жизни и работы. Однако необходимое внимание следует уделить вопросам этики, безопасности и конфиденциальности при развитии искусственного интеллекта, чтобы обеспечить его безопасное и эффективное использование в интересах общества. Важно разработать строгие регулирования и нормы, чтобы обеспечить безопасность и этику использования искусственного интеллекта. Только тогда искусственный интеллект станет наилучшим союзником человека на пути к созданию умного и продвинутого мира.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Синюк В.Г., Поляков В.М., Панченко М.В. Алгоритмическое и программное обеспечение средств создания интеллектуальных проблемно-ориентированных систем, основанных на нечеткой логике // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова 2013. № 3 (102). С. 159-161.
2. Rutkowski, L. 2010. Methods and techniques of artificial intelligence. PWN, 2009. 452 p.
3. Kutsenko, D. A., Sinuk, V. G. 2015. Metody vyvoda dlya sistem so mnogimi nechetkimi vhodami [Methods of inference for systems with many fuzzy inputs]. Izvestiya Rossijskoj akademii nauk. Teoriya i sistemy upravleniya [Proceedings of the Russian Academy of Sciences. Theory and control systems]. vol. 3. 49-57.
4. Васильев С.Н., Жерлов А.К., Федосов Е.А., Федунев Б.Е. Интеллектуальное управление динамическими системами. М., ФИЗМАТЛИТ, МАИК «Наука /Интерпериодика», 2000.
5. Wang H. Towards Mechanical Mathematics. - IBM J. Res. Develop., 1960, v. 4, N 1, pp. 2-22.

УДК 303.732.4

Науменко В.В.

*Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ, МЕТОДЫ И ИНСТРУМЕНТЫ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА

Системный анализ – это комплекс методов и инструментов, применяемых для анализа и оптимизации системных процессов. Цель системного анализа состоит в изучении и понимании сложных систем, оптимизации их работы, предоставлении рекомендаций по улучшению эффективности и принятии решений на основе анализа данных и информации о системе. Системный анализ помогает исследовать взаимосвязи между элементами системы, их функционирование, предсказывать будущие изменения и разрабатывать стратегии для достижения поставленных целей.

Сравнение и проведение оценки – центральный объект системного анализа, обеспечивающего необходимые техники и средства для определения критериев сравнения на основе системных требований, оценки предполагаемых свойств каждого альтернативного решений в

сравнении с выбранными критериями, сводной оценки каждого варианта и ее объяснения, выбора наиболее подходящего решения.

Основные принципы системного анализа включают:

1. Глобальный подход: системный анализ рассматривает объект исследования как состоящий из взаимосвязанных элементов и учитывает их взаимодействие и влияние друг на друга. Анализируются не только отдельные компоненты системы, но и их совокупное воздействие.

2. Разделение на подсистемы: системный анализ разделяет объект исследования на подсистемы для более детального исследования. Подсистемы могут быть физическими, информационными, функциональными и т. д.

3. Изучение влияния внешней среды: системный анализ учитывает влияние внешних факторов на объект исследования. Это включает экономические, социальные, политические, технологические и другие воздействия.

4. Использование системных моделей: системный анализ использует математические модели, графические диаграммы и другие инструменты для представления сложных систем и их взаимодействия. Это помогает аналитикам лучше понять и предсказать поведение системы.

5. Итеративный процесс: системный анализ часто основан на итеративном подходе, с поэтапным совершенствованием моделей и результатов. Такой подход позволяет системным аналитикам уточнять свои представления о системе и усовершенствовать свои выводы.

6. Оптимизация: системный анализ стремится к оптимальному решению проблемы или достижению желаемого результата. Оптимизация может быть достигнута с учетом различных критериев, таких как эффективность, экономичность, стабильность и т. д.

7. Управление изменениями: системный анализ учитывает потенциальные изменения в системе и предоставляет инструменты для управления этими изменениями. Это позволяет системе адаптироваться к изменяющимся условиям и сохранять свою функциональность и эффективность.

Для изучения и оптимизации сложных систем используются следующие методы и инструменты системного анализа, приведенные в таблице 1. Для каждой конкретной задачи могут быть применены различные комбинации методов и инструментов в зависимости от требований и целей анализа.

Таблица 1 – Методы и инструменты системного анализа

Методы	Инструменты
Декомпозиция – разделение сложной системы на простые подсистемы для более детального анализа	Статистические пакеты – программы для статистического анализа данных и проведения статистических тестов
Анализ иерархий – метод, используемый для сравнительной оценки и выбора опций в условиях множественных критериев	Проектные средства – использование программных средств для планирования, управления и отслеживания выполнения проектов
Моделирование (математическое, имитационное) – использование формальных моделей для анализа системы и предсказания ее поведения	Системное моделирование – использование специализированного программного обеспечения для создания, анализа и визуализации моделей систем
Анализ данных – использование статистических методов и инструментов для анализа данных и выявления закономерностей и взаимосвязей	Экспертные системы – системы, основанные на знаниях экспертов и использующие логические правила для принятия решений или предоставления рекомендаций
Методы оптимизации – поиск оптимальных решений и оптимального использования ресурсов с помощью математических моделей и алгоритмов	Графические инструменты – программы для создания графических диаграмм и схем, визуализирующих структуры системы или процессов

Таким образом, системный анализ является мощным инструментом для изучения и оптимизации сложных системных процессов и обеспечивает строгий подход к технике принятия решений. Он основан на ключевых принципах глобального подхода, разделения на подсистемы, учета влияния внешней среды, использования системных моделей, итеративного процесса, оптимизации и управления изменениями. Применение различных методов и инструментов системного анализа позволяет получить глубокое понимание системы, предсказать ее поведение и разработать стратегии для дальнейшего достижения поставленных целей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Polyakov V.M.1, Ryazanov Y.D. Application of finite-state-machine models for the transformation of syntax diagrams / International journal of pharmacy and technology. Том 8 № 4, 2016 г. С. 24987-24997

2. Сinyok В.Г., Поляков М.В., Панченко М.В. Критерии эффективности для анализа методов вывода на основе нечеткого значения истинности в системах со многими нечеткими входами. Шестнадцатая национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием КИИ-2018. Труды конференции: в 2-х томах. Том 2. 2018

3. Буханов Д.Г., Панченко М.В. Компьютерный интеллект или как мыслит машина. Экономика. Общество. Человек. Межвузовский сборник научных трудов. Том XXX. Белгород, 2017

4. Андрейчиков А.В., Андрейчикова О.Н. Системный анализ и синтез стратегических решений в инноватике. математические, эвристические и интеллектуальные методы системного анализа и синтеза инноваций. / Учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению «Прикладная математика и физика» или по направлениям и специальностям в области естественных наук, техники и технологии, системного анализа и управления. // 2011 г. М.: Москва, С 304.

5. Шаланов Н.В., Шаланова. О.Н. Метод статистической обработки анкетных данных. Сборник докладов I Открытого российского статистического конгресса. Том 1. Российская ассоциация статистиков; Федеральная служба государственной статистики РФ; Новосибирский государственный университет экономики и управления «НИНХ». 2016, С.679-685

УДК 631.412

Нгуен Туан Кхой

Научный руководитель: Нестерова О.В., канд. биол. наук, доц.

Дальневосточный федеральный университет, г.Владивосток, Россия

THE EFFECT OF BIOCHAR AND CHEMICAL FERTILIZERS ON THE PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF GRAY SOIL IN VIETNAM

Biochar is a carbon-rich material produced from the pyrolysis of organic materials, such as wood, agricultural waste, and manure. It has been found to have a positive impact on the physical and chemical properties of soil when used as a soil amendment. The use of biochar in agriculture has gained increasing interest as a sustainable approach for improving soil fertility, reducing greenhouse gas emissions, and promoting carbon sequestration [1] [2] [3]

One of the physical properties that biochar can improve is soil porosity. Biochar is porous and has a sponge-like structure that increases the space

between soil particles. This allows for better water infiltration and air circulation, which can help reduce soil compaction and improve soil structure. Increased soil porosity can also lead to better root growth and improved water-holding capacity, particularly in regions with arid climates. [4] [2]

In addition, biochar can improve soil structure by promoting the growth of beneficial microorganisms. These microorganisms help to create a stable soil structure, which can improve soil fertility and prevent soil erosion. Biochar can also increase the soil's ability to hold nutrients, improving plant growth and reducing the need for synthetic fertilizers. [5] [6]

Biochar has also been found to have a positive impact on soil chemical properties. One of the most important benefits is nutrient retention. Biochar can help to retain essential plant nutrients, such as nitrogen, phosphorus, and potassium, in the soil. This can reduce the need for synthetic fertilizers and improve soil fertility, leading to better plant growth and crop yields. [4]

Another important chemical property of soil that biochar can improve is pH balance. Biochar has a high alkaline content, which can help to neutralize acidic soils. This can improve the availability of nutrients in the soil and promote plant growth. Biochar can also reduce the leaching of nutrients from the soil, which can help to prevent pollution of groundwater and surface water. [7] [8]

Finally, the use of biochar as a soil amendment can also help mitigate climate change by sequestering carbon in the soil. Biochar is a stable form of carbon that can remain in the soil for hundreds or even thousands of years. By sequestering carbon in the soil, biochar can help to reduce greenhouse gas emissions, which is critical for combating climate change.

Thus, the use of biochar as a soil amendment has several benefits for soil physical and chemical properties. Its positive impact on soil porosity, water-holding capacity, soil structure, nutrient retention, pH balance, and carbon sequestration can improve soil fertility, plant growth, and reduce greenhouse gas emissions. However, the impact of biochar on soil properties can vary depending on factors such as the type of biochar, soil type, and climate conditions, which should be taken into account when considering its use in agriculture.

We conducted experiments to test the effects of biochar on the physical and chemical properties of the soil. The testing procedure is as follows:

1. Biochar production: Biochar is produced by pyrolyzing rice husk at 250°C for 2 hours after it has been cleaned and dried.
2. After obtaining the biochar, we fertilize the soil 10 days prior to planting soybean DT26. The mixture of biochar and mineral fertilizers follows the following 4 formulas:

- Formula 1: 0.0 ton of biochar/1 hectare + 40 kg N + 120 kg P₂O₅ + 80 kg K₂O (Do not use biochar)

- Formula 2: 0.5 tons of biochar/1 hectare + 40 kg N + 120 kg P₂O₅ + 80 kg K₂O

- Formula 3: 1.0 tons of biochar/1 hectare + 40 kg N + 120 kg P₂O₅ + 80 kg K₂O

- Formula 4: 1.5 tons of biochar/1 hectare + 40 kg N + 120 kg P₂O₅ + 80 kg K₂O

3. Chemical fertilizers are applied according to the soybean growing process recommended by the Vietnam Agricultural Extension Center

We took soil samples before and after conducting the experiment to analyze their physical and chemical properties. The results are presented in Tables 1 and 2

Table 1: Effects of biochar and chemical fertilizers on the chemical properties of gray gray soil in Vietnam

Formula	pH _{KCl}	C Total	N Total	P ₂ O ₅ Total	K ₂ O Total	P ₂ O ₅ Soluble	K ₂ O Soluble	CEC
Control group	4,9	0,98	0,2	0,22	0,07	82,9	3,8	4,2
Formula 1	4,7	1,14	0,24	0,28	0,08	83,7	4,2	4,8
Formula 2	5,1	1,16	0,27	0,23	0,09	90,3	4,4	5,2
Formula 3	4,9	1,17	0,28	0,25	0,08	84,7	4,7	4,9
Formula 4	5,0	1,6	0,32	0,29	0,09	92,3	4,9	5,1

Table 2: Effects of biochar and chemical fertilizers on the physical properties of gray soil in Vietnam

Formula	Bulk density (g/cm ³)	Soil density	Porosity (%)
Control group	1,34	2,22	54,6
Formula 1	1,34	2,2	55,2
Formula 2	1,35	2,23	55,7
Formula 3	1,34	2,21	56,0
Formula 4	1,36	2,23	55,9

REFERENCES

1. Spokas K.A. Impacts of sixteen different biochars on soil greenhouse gas production / K.A. Spokas, D.C Reicosky // *Annals of environmental science*. 2009. V. 3. P. 179-193.

2. Jeffery S. A quantitative review of the effects of biochar application to soils on crop productivity using meta-analysis / S. Jeffery, F.G. Verheijen,

V.D. Velde // Agriculture, ecosystems & environment. 2011. V. 144 P. 175-187.

3. Laird D. A. Impact of biochar amendments on the quality of a typical Midwestern agricultural soil / D.A. Laird, P. Flemin, D.D Davis, R. Horton // Geoderma. 2010. V. 158(3-4) . P. 443-449.

4. Lehmann J. Biochar for environmental management: an introduction / J. Lehmann, S. Joseph // Routledge. 2015.

5. Agegnehu G. Benefits of biochar, compost and biochar-compost for soil quality, maize yield and greenhouse gas emissions in a tropical agricultural soil. G. Agegnehu, A.M. Bass, P.N Nelson, M.I. Bird. // Science of the Total Environment. 2016. V. 543. P. 295-306.

6. Chintala R. Impact of biochar on nutrient leaching and water quality in a Midwestern agricultural soil / R. Chintala, J. Mollinedo, T.E. Schumacher, D.D Malo, J.L Julson, D.E Clay // Geoderma. 2014. V. 230. P. 340-347.

7. Spokas K.A. Biochar: a synthesis of its agronomic impact beyond carbon sequestration / K.A. Spokas, K.B Cantrell, J.M Novak, D.W Archer, J.A Ippolito, H.P Collins. // Journal of environmental quality. 2012. V. 41(4). P. 973-989.

8. Agegnehu G. The role of biochar and biochar-compost in improving soil quality and crop performance / G. Agegnehu, A.K Srivastava, M.I Bird. // Applied Soil Ecology. 2017. V. 119. P. 156-170.

УДК 004.4

Орлов Д.Ю.

Научный руководитель: Слива М.В., канд. пед. наук, доц.

Нижевартовский государственный университет

г. Нижевартовск, Россия

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ФРЕЙМОРКОВ KTOR И LARAVEL ДЛЯ BACKEND СЕРВЕРОВ

В настоящее время разработка серверов происходит под самые разнообразные проекты. Существует множество самых различных фреймворков, начиная со скриптового Node.js, заканчивая Python Django. Сегодня мы сравним два фреймворка: первый хорошо себя зарекомендовавший PHP Laravel и второй относительно недавно вышедший Kotlin Ktor, который быстро развивается и набирает комьюнити.

Начнем с фреймворка Ktor (Кейтор). Ktor — фреймворк с открытым исходным кодом, созданный JetBrains для создания

асинхронных серверов и клиентов с использованием языка программирования Kotlin. Это дает нам возможность создавать приложения, которые могут работать и ориентироваться на несколько платформ, используя при этом впечатляющие функции Kotlin, такие как сопрограммы. Чтобы начать работу с фреймворком достаточно создать новый проект в IntelliJ IDEA Ultimate [2]. Если у вас Community edition, не расстраивайтесь, JetBrains о вас не забыли и создали сайт-конструктор start.ktor.io (рис.1).

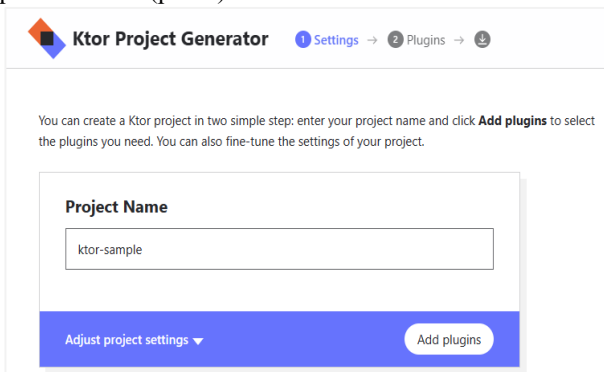


Рис 1. Веб-конструктор проекта Ktor

Этот конструктор также позволяет добавлять плагины в свой проект (рис 2.). Их список постоянно пополняется. После добавления всех плагинов, вы скачаете готовый проект для старта, в формате zip архива.

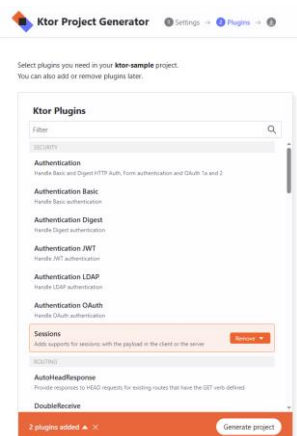


Рис 2. Плагины в веб-конструкторе Ktor

Представим преимущества и недостатки Ktor в виде списка.

Преимущества:

1. **Легкий и модульный:** модульная конструкция Ktor позволяет разработчикам включать только те компоненты, которые им нужны, что приводит к более компактным и быстрым приложениям.

2. **Kotlin-ориентированный:** Ktor создан специально для Kotlin, что позволяет разработчикам в полной мере использовать современные языковые функции и идиоматические конструкции Kotlin.

3. **Функциональная совместимость:** Kotlin полностью совместим со всеми фреймворками на основе Java, поэтому вы можете использовать знакомый стек технологий, пожиная плоды современного языка.

4. **Легкость в освоении:** простота и понятная документация Ktor позволяют разработчикам быстро изучать и создавать веб-приложения.

5. **Высокая производительность:** Неблокирующая асинхронная архитектура Ktor делает его хорошо подходящим для создания масштабируемых и высокопроизводительных веб-приложений и клиентов.

Недостатки:

1. **Маленькая экосистема:** экосистема и сообщество Ktor все еще растут, что означает меньше сторонних библиотек и ресурсов по сравнению с более устоявшимися фреймворками, такими как Laravel.

2. **Менее зрелый:** Ktor – относительно новый фреймворк, и некоторые функции и лучшие практики могут все еще развиваться и добавляться.

Теперь рассмотрим фреймворк Laravel. Laravel – один из самых популярных PHP-фреймворков, используемых во всем мире для создания веб-приложений, от небольших до крупных проектов [1]. Laravel – выбор профессиональных разработчиков из-за его производительности, функций и масштабируемости. Laravel следует структуре MVC (Model View Controller), которая упрощает изучение и быстрое создание прототипов веб-приложений (рис 3.).



Рис 3. Поддерживаемые Laravel приложения и сервисы

Также рассмотрим преимущества и недостатки фреймворка Laravel.

Преимущества:

1. **Отдельные коды бизнес-логики и презентации для упрощения доработок.** Laravel значительно облегчит жизнь разработчикам, особенно его линейный инструмент Artisan. Этот инструмент позволяет создавать базовые файлы MVC и формировать пользовательские команды, одновременно создавая скелет кода, архитектуру базы данных и миграции.

2. **Поддержка.** Возможность тестировать, добавлять обновления, вносить изменения в работу сайта на дополнительной версии. Достигается за счет поддержки различных версий интернет-ресурса.

3. **Богатое сообщество.** Технология Laravel имеет открытый исходный код, что привлекает разработчиков, ведь это позволяет создавать приложения без приобретения лицензии. Соответственно, мощное сообщество — огромный плюс, особенно, когда приходится решать сложные задачи.

4. **Производительность.** Laravel имеет высокую производительность за счет управления кэшированием и поддержки NoSQL-баз данных.

5. **Простая интеграция со сторонними разработчиками.** Почти каждый сайт должен быть интегрирован с каким-либо сторонним приложением. Это может быть платежная система, такая как Stripe или PayPal, или маркетинговый инструмент, который использует ваша компания. Какой бы ни была интеграция, Laravel упрощает интеграцию сторонних приложений с помощью чистых API для интеграции. Поэтому, независимо от того, нужна ли вашему веб-сайту платежная система или автоматизированный инструмент для управления вашим маркетингом, Laravel является сильным соперником.

Недостатки:

1. **Ошибки обновлений.** Периодические ошибки в работе сервиса, которые могут возникать из-за обновлений;

2. **Медленная разработка.** более медленная разработка, если сравнивать с разработкой на некоторых других фреймворках.

3. **Высокий порог входа.** Новым разработчикам будет не легко в изучении работы фреймворка и поддержке разработанного продукта, а если они выйдут за рамки обычной работы Laravel, то разобраться, что скрывает синтаксический сахар и решить поставленную задачу, станет ещё сложнее.

4. **Часто не может обеспечить функциональность мобильного приложения.** Полная перезагрузка страницы может быть немного

тяжелой в мобильных приложениях по сравнению с веб-сайтами. В таких случаях веб-разработчики, как правило, используют фреймворк только в качестве серверного JSON API.

Теперь возьмем общие характеристики фреймворков и сравним их в таблице (Табл. 1).

Таблица – Результаты сравнения

Фреймворк	Laravel	Ktor
Год выпуска	2011	2018
Сообщество	Большое, множество библиотек	Малое, библиотеки и функции развиваются
Кроссплатформенность	Основные платформы	Поддержка Kotlin Native и основных платформ
Освоение	Больше подходит для профессионалов	Развернутая документация с актуальными примерами
Безопасность	Поддержка NoSQL и множества протоколов безопасности	Поддержка Exposed и все с ним связанное, и многие протоколы безопасности
Функциональность	Написан на PHP и поддерживает все с ним связанное	Написан на Kotlin и поддерживает все, связанное с Java

Оба фреймворка являются отличными решениями, и, в зависимости от поставленных задач и умений команды, где-то будет полезен и выгоден Ларавель, а в других ситуациях легкость изучения Ktor и его конструктор играют свою роль.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Документация: Laravel framework русская документация [Электронный ресурс]. — Режим доступа : <https://laravel.su/docs/8.x/documentation?ysclid=lhovtv9sha727765188>. (дата обращения 14.05.2023)
2. Документация : Ktor документация по фреймворку [Электронный ресурс]. — Режим доступа : <https://ktor.io/docs/welcome.html>. (дата обращения 14.05.2023)

Павлов З. Д., Черкесас Э. Д., Хабибуллина Л. Ф.

*Научный руководитель: Хабибуллин Ф. Ф., канд. техн. наук, доц.
Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А. Н. Туполева - КАИ, г. Казань, Россия*

АНАЛИТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СФЕРЫ ХОБЕРМАНА

Модель сферы Хобермана является наглядным примером работы метаматериалов, но её создание является не считается легким. Чтобы сделать такую модель понадобится множество расчетов, чтобы узнать положение каждого элемента конструкции и надежность его нахождения в системе модели. Данная информация присутствует в данной статье и будет подробно рассмотрена.

Поскольку идеализированная окружность центрально симметрична, ее можно разделить на n отрезков с равными дугами, один из которых приблизительно равен высоте треугольника, h_0 . Это основной модуль, характеризующийся минимальным сокращением или расширением элемента, показанного на рис. 3(с). При изменении температуры от T_0 до $T_0 + \Delta T$ усадка или удлинение кольцевой цепочки в виде кругов или треугольников от nh_0 до nh приводит к удлинению или укорачиванию ее собственной окружности. Для сохранения всей круглой формы появляется уменьшение или расширение радиуса от R_0 до R . Чтобы избежать локального изгиба в сжимающих балках, мы ограничиваем θ_0 в интервале $[30^\circ, 75^\circ]$.

Пучок СТЕ равен $h_0 = R_0 \sin \varphi$, $l_0 = 2R_0 \sin \varphi \theta_0$ и $m_0 = R \cos \theta_0 \sin \theta_0 \varphi$ соответственно. Начальное расстояние между центральной и внешними конечными точками 0 выражается как

$$s_0 = R_0 (\cos \varphi + \sin \varphi \tan \varphi \theta_0) \quad (1)$$

где центральный угол $\varphi = 2\pi/n$ остается приблизительно постоянным.

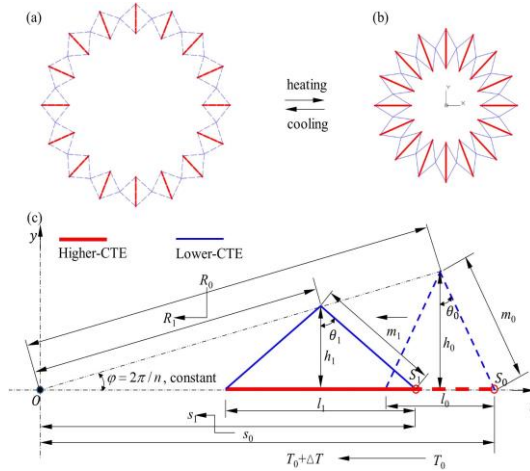


Рис. 1. Теоретическая модель термической деформации элементарной ячейки

(а) Элементарная ячейка до нагрева, (б) элементарная ячейка после нагрева и (в) репрезентативный элемент элементарной ячейки или биметаллический равнобедренный треугольник, где T_0 и $T_0 + \Delta T$ обозначают начальную температуру и температуру после нагрева соответственно. R_0 - начальный радиус окружности, θ_0 - начальный угол между высотой и катетом треугольника, m_0 - начальная длина катета треугольника, l_0 - начальная длина базовой линии треугольника, s_0 - начальное расстояние между началом O и внешней конечной точкой S_0 , h_0 - начальная длина базовой линии треугольника, начальная высота треугольника. При изменении температуры, R_0 , θ_0 , m_0 , l_0 , s_0 и h_0 изменяются на R , θ , m , l , s и h соответственно.

Расстояние между центральной и внешними конечными точками изменяется на

$$s = s_0 + u_1 \quad (2)$$

где u_1 - горизонтальное смещение внешней точки S . И штамп всей элементарной ячейки описывается изотопически как

$$\varepsilon = \frac{s - s_0}{s_0} \quad (3)$$

Замена эквалайзеров. (1)–(3) на $\alpha = \frac{\varepsilon}{\Delta T}$, мы можем получить эффективный СТЕ следующим образом

$$\alpha = \frac{1}{\Delta T} * \frac{u_1}{R_0 (\cos \varphi + \sin \varphi \tan \theta_0)} \quad (4)$$

где u_1 - ключевой фактор, который решает α . Узловые силы и моменты обозначаются как $\{U_i V_i M_i\}^T$ и $\{U_j V_j M_j\}^T$, а узловые перемещения и вращения как $\{u_i v_i \varphi_i\}^T$ и $\{u_j v_j \varphi_j\}^T$. Матрица локальной жесткости элемента выполняется в виде

$$[k] = \begin{bmatrix} \frac{AE}{l} & 0 & 0 & -\frac{AE}{l} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{12EI}{l^3} & \frac{6EI}{l^2} & 0 & -\frac{12EI}{l^3} & \frac{6EI}{l^2} \\ 0 & \frac{6EI}{l^2} & \frac{4EI}{l} & 0 & -\frac{6EI}{l^2} & \frac{2EI}{l} \\ -\frac{AE}{l} & 0 & 0 & \frac{AE}{l} & 0 & 0 \\ 0 & -\frac{12EI}{l^3} & -\frac{6EI}{l^2} & 0 & \frac{12EI}{l^3} & -\frac{6EI}{l^2} \\ 0 & \frac{6EI}{l^2} & \frac{2EI}{l} & 0 & -\frac{6EI}{l^2} & \frac{4EI}{l} \end{bmatrix} \quad (5)$$

Узловые силы и перемещения элемента соответствуют $\{F\} = [k]^e \{\delta\}$

Когда глобальная система координат преобразуется из локальной системы координат, как показано на рис. 2(b), глобальная матрица жесткости элемента выражается как $[K]^e = [h]^T [k]^e [h]$, где $[h]$ - матрица преобразования координат

Как показано на рис. 2(c), граничные условия треугольной рамки описываются как (7)

$$[h] = \begin{bmatrix} \cos \xi & \sin \xi & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -\sin \xi & \cos \xi & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \cos \xi & \sin \xi & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -\sin \xi & \cos \xi & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (6) \quad \begin{cases} x_2 = 0; x_3 = 0; \\ x_5 = 0; x_6 = 0; \\ x_7 \sin \varphi - x_8 \cos \varphi = 0; x_9 = 0; \end{cases} \quad (7)$$

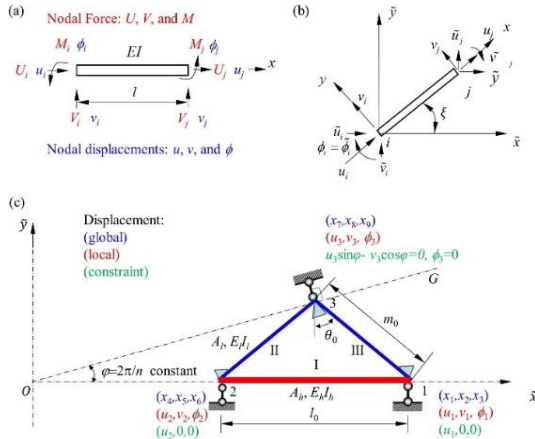


Рис. 2. Элемент балки и типичная рамка равнобедренного треугольника с граничными условиями.

(a) Элемент балки с узловыми перемещениями, поворотами, силами и моментами. (b) Переход с локальной системы на глобальную. (c) Элементы, узлы и ограничительные условия. Глобальными элементами являются I, II и III. Глобальные узлы обозначены как 1, 2 и 3. Глобальные смещения узлов равны $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8$ и x_9 . A_I, E_I и I_I - площадь сечения, модуль Юнга и момент инерции балки нижнего СТЕ соответственно. A_h, E_h и I_h - площадь сечения, модуль Юнга и момент инерции балки с более высоким СТЕ соответственно.

Решив линейные уравнения и подставив их в уравнение Eq. (4), мы можем вычислить эффективный СТЕ. Итак, уравнения (4) и (7) используются для описания эффективного СТЕ предлагаемых метаматериалов. Для решения уравнения используется метод декомпозиции LU. Эффективный СТЕ, α , связан с $E_h, A_h, \alpha_h, E_l, A_l, I_l, \alpha_l, \theta_0$ б ф.

В заключении, необходимо сказать, что модель Хобермана является необходимой в настоящее время, поэтому наличие расчетов для ее создания необходимо не только для того, чтобы создавать уже известные модели, но и модернизировать старые с целью нахождения дальнейшего, более нового её применения в науке.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Yarullin M.G., Khabibullin F.F. Theoretical and Practical Conditions of Bennett Mechanism Workability // Advances in Mechanical Engineering,

Lecture Notes in Mechanical Engineering, Springer International Publishing AG 2017, pp. 145-153. ISSN 2195-4356,.

2. Яруллин М.Г., Хабибуллин Ф.Ф. Кинематика двухподвижного дезинтегратора с приводом на базе пространственных 4R механизмов. // Вестник КГТУ им. А.Н.Туполева. - 2015. №1. с.108-111.

3. Хабибуллин Ф.Ф., Яруллин М.Г., О динамике разрушения песчинки в конусном дезинтеграторе // В сборнике: Поиск эффективных решений в процессе создания и реализации научных разработок в российской авиационной и ракетно-космической промышленности. Международная научно-практическая конференци. 2014. С. 455-458.

4. Пат. 2547018 Российская Федерация, МПК В01F7/30 / Рычажно-планетарный смеситель/ Яруллин М.Г., Исянов И.Р., Мингазов М.Р. // Регистрационный № 2013157929/090225 заявл. 30.12. 2013, опубл. 10.04.2015.

5. Пат. 2538389 Российская Федерация, МПК В02С2/04, В02С13/20. Дезинтегратор /Яруллин М. Г., Хабибуллин Ф.Ф., Исянов И. Р.// заявитель и патентообладатель Казанский государственный архитектурно-строительный университет (КГАСУ) № 2013125888/13 заявл. 04.06.2013, опубл. 10.12.2014 Бюл. № 34-5с.

УДК 622.244

Петрова М.С., Алиев Т.А., Гончаров В.В.
Научный руководитель: Скорб Е.В., канд. хим. наук, проф.
Национальный исследовательский университет ИТМО,
г. Санкт-Петербург, Россия

ЭЛЕКТРОДНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ИНГИБИТОРОВ КОРРОЗИИ В ПОТОЧНОМ РЕЖИМЕ

Металлические трубы и сооружения для хранения и транспортировки нефти подвергаются сильнейшей коррозии вследствие воздействия сложных химических систем, содержащих различные органические вещества и абразивные материалы. Для защиты стальных труб повсеместно применяется методика добавления различных ингибиторов коррозии в транспортируемый водонефтяной флюид. Однако их концентрацию необходимо контролировать в поточном режиме, чтобы избежать выхода из строя дорогого оборудования и разливов нефти на поверхность земли [1].

Технология детектирования концентрации ингибиторов основана на электрохимических методах анализа. Мы применяем метод

циклической вольтамперометрии для сбора базы данных характеристик. Вольтамперометрия – совокупность электрохимических методов исследования, основанных на анализе изучении зависимости силы тока в электрохимической ячейке от потенциала погруженного в анализируемый раствор рабочего электрода, на котором реагирует исследуемое электрохимически активное вещество [2].

Доказательство теории работоспособности нашей системы проводилось с помощью опытов с пластовой водой. Это вода, попутно добываемая с нефтью, может составлять от 20 до 80 % по объему от всего транспортируемого состава [3]. Таким образом, для анализа была приготовлена модель пластовой воды, содержащей соли магния, бария, стронция, натрия в соотношении, равном содержанию этих солей в воде с добываемой нефтью.

Благодаря использованию электродов различной природы повышается точность и эффективность методики определения концентрации ингибиторов. Таким образом, на начальном этапе были выбраны медные и стальные электроды. Медь является высокоэлектропроводным материалом, однако для улучшения чувствительности эксперимента потребовалось выбрать оптимальный способ предобработки – травление в азотной кислоте HNO_3 (концентрацией 25%) [4]. На рисунке 1 (а,б) представлены изображения атомно-силовой микроскопии медных пластин. Разница поверхностной конфигурации необработанных и протравленных медных электродов позволяет применять данный вид предобработки для повышения чувствительности электродов.

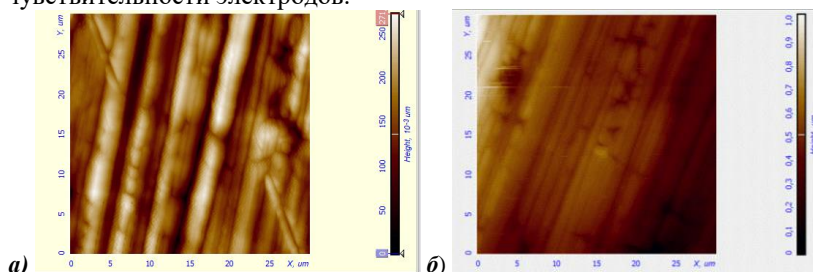


Рис. 1 АСМ-изображения медных электродов, *а* – необработанный электрод; *б* – электрод, протравленный в HNO_3

Для исследования образцов пластовой воды были выбраны 2 ингибитора коррозии, применяемых в реальных условиях добычи нефти: Satis марки В, Sonkor 9920-А. Концентрации ингибиторов при работе с моделью пластовой воды: 2, 6, 10, 15, 20, 25, 50, 75 и 100 г/м³.

Материалы используемых электродов - низкоуглеродистая сталь 65Г (70 мм × 20 мм × 1 мм); медь (70 мм × 5 мм × 1 мм). Выбор первого материала электрода обусловлен низкой степенью коррозионной стойкости, наличием четких пиков окисления-восстановления на ЦВА и его дешевизной.

Стеклянный стаканчик, с измерительной ячейкой и погруженными в анализируемую жидкость электродами, помещали в заземленный стальной шкаф, где был расположен потенциостат Ivium CompactStat, и проводили измерения. Для доказательства эффективности теории на примере нескольких концентраций была проведена визуальная оценка вольтамперных характеристик образцов пластовой воды с разным содержанием ингибитора коррозии с использованием меди. На рисунке 2 (а, б) наглядно видны различия пиков окисления и восстановления по величине. Чем больше пики, тем ниже содержание ингибитора в образце. Это говорит о том, что металл, из которого состоит электрод больше подвержен коррозии при пропускании электрического тока. Аналогичные результаты показали эксперименты со стальными электродами.

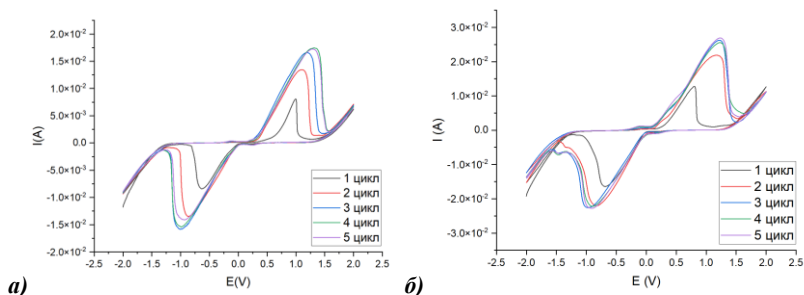


Рис. 2 Вольтамперные кривые образцов пластовой воды с добавлением ингибитора Satis B, а – концентрация 50 г/м³; б – концентрация 10 г/м³

Собранная база вольтамперограмм образцов была обработана методами машинного обучения. При работе с моделью пластовой воды для каждой концентрации ингибитора выполнялась 10 измерений для обучения модели и 1 измерение – для тестирования модели. Таким образом, вероятность предсказания истинного значения ингибитора коррозии Satis B с использованием стальных электродов составила 86%.

Дальнейшая разработка технологии предусматривает изготовление электродной системы для определения концентрации ингибиторов коррозии в поточном режиме. На рисунке 3 представлена модель 8-канального потенциостата для работы с образцами пластовой

воды и водонефтяного флюида. Она включает в себя снятие характеристик с помощью электродов различной природы и их последующий анализ.

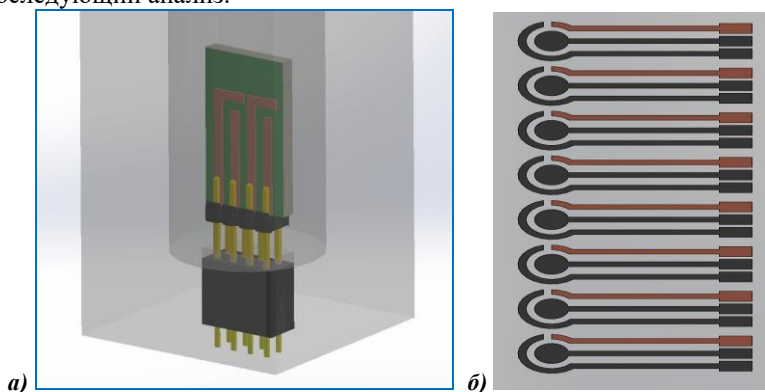


Рис. 3 Модель 8-канального потенциостата, а – потенциостат; б – печатные электроды (медь, сталь, вольфрам, графит)

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Gao X. et al. Effect of amorphous phytic acid nanoparticles on the corrosion mitigation performance and stability of sol-gel coatings on cold-rolled steel substrates //Journal of Alloys and Compounds. – 2018. – V. 747. – P. 747-754.
2. Jiang Q. et al. A Real-Time Electrochemical Impedance Analysis for Water-In-Oil Emulsions of Bitumen Diluted with Naphtha //ChemistrySelect. – 2018. – Т. 3. – №. 12. – С. 3411-3416.
3. Alamri A. H., Alhazmi N. Development of data driven machine learning models for the prediction and design of pyrimidine corrosion inhibitors //Journal of Saudi Chemical Society. – 2022. – Т. 26. – №. 6. – С. 101536.
4. Fouda A. S. et al. Experimental and computational chemical studies on the corrosion inhibition of new pyrimidinone derivatives for copper in nitric acid //Scientific Reports. – 2022. – Т. 12. – №. 1. – С. 16089.
5. Dwivedi D., Lepková K., Becker T. Carbon steel corrosion: a review of key surface properties and characterization methods //RSC advances. – 2017. – Т. 7. – №. 8. – С. 4580-4610.

Пилавиду Е.О., Прокопченко А.П., Солгалов В.В.

*Научный руководитель: Матюхин П.В. канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

СОВРЕМЕННЫЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ СВИНЦУ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ РЕНТГЕНОВСКИХ ЛУЧЕЙ В ОБЛАСТИ МЕДИЦИНЫ

На сегодняшний день для области радиационной защиты существует много современных материалов, обеспечивающих биологическую защиту от всех видов ионизирующего излучения. Такие материалы имеют как органическую, так и неорганические основы с различными наполнителями, пригодных для использования в самых разных условиях [1-16].

Например, во всегда актуальной области медицины рентгеновские лучи используются как для диагностических обследований, так и для лучевой терапии. Во время этих процедур ткани вблизи области лечения часто подвергаются воздействию проникающих рентгеновских лучей, что приводит к значительным вредным побочным эффектам. Чтобы снизить воздействие ионизирующего излучения, люди, работающие в рентгеновских кабинетах, должны не только использовать радиационно-защитные материалы, но и применять специальную защитную одежду.

Изделия, защищающие от излучения посредством наличия в них свинца, такие как свинцовые фартуки, являются важным средством для индивидуальной защиты врачей и пациентов от рентгеновского излучения во время медицинских операций. Однако токсичность свинца является серьезной проблемой, и его утилизация связана с некоторыми опасностями для окружающей среды. Кроме того, свинцовые фартуки, которые состоят из многослойных тонких свинцовых листов, на практике часто сталкиваются с проблемами растрескивания из-за изгиба и неправильного подвешивания после использования.

В патентах США и Великобритании предлагается защита от радиоактивных лучей с помощью соединений, включающих металлические порошки [17, 18]. Большая часть исследований, посвященных индивидуальным защитным материалам от рентгеновского излучения, сосредоточена на разработке новых, лёгких по весу не содержащих свинец материалов. Недавние исследования были сосредоточены на разработке процессов, которые включают

металлические порошки в полимерные листы с достаточным содержанием металла для эффективной защиты и долговечности, позволяющей избежать разрывов и растрескивания. Представляет научный интерес разработка с применением золь-гель процесса для обеспечения возможности включения тяжелых элементов в неорганические покрытия, которые могут быть нанесены на текстиль [19].

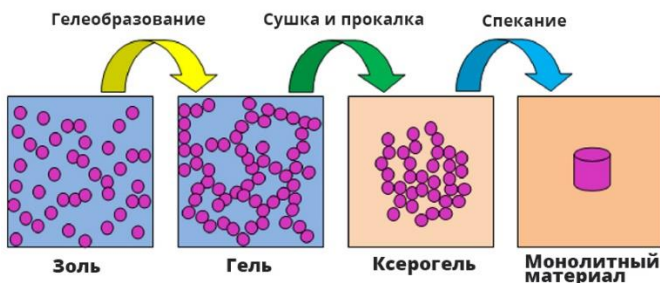


Рис. 1 Схематическое изображение получения золи с последующим переводением его в гель

В других исследованиях предлагается использование соединений висмута и бария в волокнах в качестве композитной структуры. Обычные текстильные волокна состоят из элементов (С, Н, О и т.д.) с низкими атомными номерами, которые обладают малой способностью ослаблять рентгеновские лучи. Вольфрам, висмут и сульфат бария являются потенциально хорошими добавками при создании защитных материалов на тканевой основе, так как они обладают более высокой массовой плотностью и меньшей токсичностью по сравнению со свинцом [20].

Сульфат бария также является экологически чистым защитным материалом, который широко используется для защиты от ионизирующего излучения. Сульфат бария может быть введен в полимер при высоких уровнях загрузки (массовое соотношение 60%) без значительной потери физических свойств полимера. Он обладает очень хорошей устойчивостью к атмосферным воздействиям и устойчив к воздействию кислот и щелочей [21].

Таким образом перед современной наукой стоит весьма интересная задача по разработке новых видов радиационно-защитных материалов, не содержащих свинец, которые можно наносить непосредственно на текстильную поверхность. Именно благодаря таким можно достичь

безопасной эксплуатации и последующей утилизации экологически чистого рентгенозащитного материала.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Матюхин П.В., Ястребинский Р.Н., Широков А.В. Основные физико-механические характеристики гематита, подвергнутого воздействию высоких давлений прессования // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2016. 8. С. 23-28.

2. Павленко В.И., Матюхин П.В. Теплоизоляционный бесцементный бетон из вторичных минеральных ресурсов // Строительные материалы. 2005. №8. С. 22-25.

3. Павленко В.И., Ястребинский Р.Н., Матюхин П.В., Ястребинская А.В., Куприева О.В., Самойлова Ю.М. Радиационно-защитные транспортные контейнеры отработавшего ядерного топлива на основе высоконаполненной полимерной матрицы и железорудного сырья КМА // В сборнике: Региональная научно-техническая конференция по итогам конкурса ориентированных фундаментальных исследований по междисциплинарным темам, проводимого Российским фондом фундаментальных исследований и Правительством Белгородской области. Белгородский государственный технологический университет им. В.В. Шухова. 2015. С. 320-330.

4. Matyukhin P.V. Modification of the hematite filling surface of new composition material during high pressure testing // Solid State Phenomena. 2018. T. 284. С. 109-114.

5. Matyukhin P.V. Theoretical preconditions of new kinds of nuclear protective metal composite materials development based on ferric and bismuth oxides capsulated into metallic aluminum matrix // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2011. №2. С. 42.

6. Матюхин П.В., Павленко В.И., Широков А.В. Изучение влияния высоких давлений прессования на изменение фазового состава гематита и его поведение при высоких температурах // Региональная архитектура и строительство. 2018. 4 (37). С. 89-97.

7. Матюхин П.В., Косов А.В. Композиционные материалы для защиты от космической радиации // В сборнике: Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова, Белгород: Изд-во БГТУ, 2016. С. 583-587.

8. Павленко В.И., Ястребинский Р.Н., Матюхин П.В., Ястребинская А.В., Куприева О.В. Физико-технические свойства радиационно-

защитного транспортного контейнера на основе высоконаполненной полимерной матрицы и железорудного сырья КМА // В сборнике: Региональная научно-техническая конференция по итогам ориентированных фундаментальных исследований по междисциплинарным темам, проводимого Российским фондом фундаментальных исследований и Правительством Белгородской области. сборник докладов. 2016. С. 256-264.

9. Matyukhin P.V. Reaction of spot radioactive source with the energy of 661.7 keV on the modification in the structure of surface layer of metal composite material // Solid State Phenomena. 2020. Т. 299 SSP. С. 107-111.

10. Ключков Е.П., Павленко В.И., Матюхин П.В., Ястребинская А.В. Модифицирование природных минеральных систем для очистки воды от радионуклидов // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 6. С. 137.

11. Соколенко И.В., Ястребинский Р.Н., Крайний А.А., Матюхин П.В., Тарасов Д.Г. Моделирование прохождения высокоэнергетических электронов в высоконаполненном полимерном композите // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. №6. С. 145-148.

12. Ястребинский Р.Н., Павленко В.И., Матюхин П.В., Воронов Д.В., Павленко З.В., Самойлова Ю.М. Конструкционные радиационно-защитные композиционные материалы на основе модифицированных железорудных пород КМА // В сборнике: Региональная научно-техническая конференция по итогам конкурса ориентированных фундаментальных исследований по междисциплинарным темам, проводимого Российским фондом фундаментальных исследований и Правительством Белгородской области. Белгородский государственный технологический университет им. В.В. Шухова. 2015. С. 491-499.

13. Матюхин П.В., Бондаренко Ю.М., Павленко В.И. Исследование микроструктуры поверхности композиционного материала на основеалюминиевой матрицы // Перспективные материалы. 2013. №6. С. 22-26.

14. Matyukhin P.V. The choice of iron-containing filling for composite radioprotective material // В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2018. С. 32.

15. Павленко В.И., Ястребинский Р.Н., Матюхин П.В., Ястребинская А.В. Снижение радиоактивных загрязнений поверхности стальных конструкций радиационно-защитного транспортного контейнера на основе железорудного сырья КМА // В сборнике: Региональная научно-техническая конференция по итогам конкурса ориентированных фундаментальных исследований по

междисциплинарным темам, проводимого Российским фондом фундаментальных исследований и Правительством Белгородской области. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. 2017. С. 228-234.

16. Matyukhin P. Studies of structural changes in surface and deep layers in magnetite crystals after high pressure pressing // В сборнике: 14th International Congress for Applied Mineralogy (ICAM2019). Сер. "Springer Proceedings in Earth and Environmental Sciences", 2019. С. 239-243.

17. Weinberger JV. Flexible shield for ionizing radiations. Patent 3239669, USA, 1966.

18. Vogel RE. Improvements relating to radiation shields. Patent 1260342, GB, 1972.

19. Mahltig B, Haufe H, Leisegang T, et al. Verminderte Rontgen transmission durch beschichtete Textilien. Mellian Textilberichte 2011; 92: 36–39.

20. Kobayashi S, et al. Tungsten alloys as radiation protection materials. Nucl Inst Met Phys Res 1997; A 390: 426–430.

21. Kim SC, et al. Medical radiation shielding effect by composition of barium compounds. Ann Nucl Energ 2012; 47:1–5

УДК 666.11:614.876

Пилаvidу Е.О., Солгалов В.В., Гусейнова В.В.

Научный руководитель: Клименко В.Г. канд. техн. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

АКТУАЛЬНОСТЬ ИССЛЕДОВАНИЯ БОРАТНЫХ СТЕКЛ В КАЧЕСТВЕ МАТЕРИАЛА ДЛЯ ОСЛАБЛЕНИЯ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Ионизирующее излучение используется почти во всех областях современной науки и техники. Например, оно находит применение в области медицинской диагностики и лечения различных заболеваний, промышленности, сельском хозяйстве и на объектах атомной энергетики. Но, поскольку ионизирующее излучение крайне негативно воздействует на человека, особое внимание в научных исследованиях отдается изучению защитных материалов [1-6].

Выбор надлежащего защитного материала и конструкции имеет первостепенное значение во всех областях, где применяется ионизирующее излучение. Стекла являются очень перспективными и потенциально защищающими от радиации материалами.

Стекла, как правило, состоят из оксидов. В качестве стеклообразователей выступают бораты, силикаты, фосфаты, германаты и теллуриды, которые образуют основную матрицу стекла. Перспективной в плане защиты от нейтронного излучения является боратная матрица стекла. Боратные стекла имеют первостепенное значение, поскольку они обладают низкой вязкостью, хорошей механической и термической стабильностью и высокой химической стойкостью [7-9].

Разработка функциональных, нетоксичных, безвредных для окружающей среды материалов привлекает внимание различных исследователей, работающих в области защиты от ядерного излучения и проектирования средств защиты. Выбор функциональных поглотителей зависит от различных факторов, таких как механические, тепловые и оптические свойства, долговечность, стоимость производства, воздействие на окружающую среду и, что наиболее важно, эффективность ослабления ядерного излучения. Стекла специальной конструкции с индивидуальным химическим составом стали перспективным материалом благодаря их превосходным физическим свойствам, потенциалу ослабления ионизирующего излучения по сравнению с обычными материалами для защиты от радиации, такими как свинец и бетон [10].

Необходимость создания дешевых, прозрачных, прочных и эффективных экранов для защиты от радиации в новых областях применения, исходя из вышеописанных тезисов, очевидно. Эта необходимость привела в последнее время к активизации исследовательской деятельности в области экранирования различных стеклянных систем. С этой целью были исследованы стеклянные системы на основе бората [11,12]. Во многих из этих исследований были получены стекла с хорошими защитными характеристиками по сравнению с обычными радиационными экранами. Это побудило к дальнейшим исследованиям других стеклянных систем. Более того, некоторые стекла также обладали хорошими оптическими и механическими свойствами [13]. Это правильно определило их роль в качестве оптических окон или структурных экранов в радиационных установках.

Мотивацией для дальнейших исследований характеристик защиты от радиации новых стекол является дальнейшее расширение спектра доступных экранов, а также создание экранов с замечательными свойствами, требуемыми в новых конструкциях защиты от ядерного излучения.

Боратные стекла обладают многообещающими свойствами с точки зрения самой низкой температуры плавления, прозрачности и высокой термостойкости [14]. Боратные стекла обладают повышенной легкоплавкостью. Как известно, структура чисто борного стекла из B_2O_3 складывается из бороксольных колец из трех треугольников $[BO_3]$, соединенных между собой общим атомом кислорода. Связывание одним атомом кислорода двух соседних бороксольных колец приводит к появлению существенно ослабленных межмолекулярных связей между ними. Кроме того, эти кольца формируют двухмерные слои (плоскостные сетки), связанные между собой слабыми ван-дер-ваальсовскими связями (рис.1).

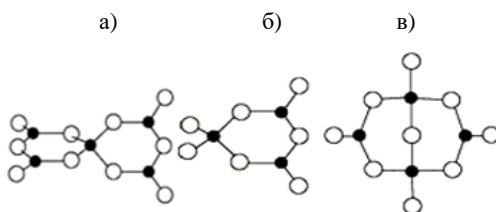


Рис. 1. Структуры некоторых боратных группировок, образующихся в боратных стеклах:

а) пентоборатная; б) триборатная; в) диборатная группировки

Благодаря наличию слабых связей между структурными комплексами и плоскостными сетками, оксид бора имеет гораздо более низкую температуру плавления – $450\text{ }^{\circ}\text{C}$, чем SiO_2 – $1728\text{ }^{\circ}\text{C}$, хотя прочности единичных связей В–О и Si–О сопоставимы друг с другом и равны соответственно 496 и 444 кДж/моль [15].

Чтобы улучшить радиационно-защитные характеристики боратных стекол, в состав боратного стекла в качестве модификаторов включены атомы тяжелых элементов. Среди них оксид висмута демонстрирует отличную совместимость с боратными стеклами. Кроме того, он имеет более высокую плотность и эффективный атомный номер, чем свинец (Pb), что приводит к улучшенному поглощению излучения при меньшей толщине [16]. Другим кандидатом является оксид кадмия, который имеет высокий атомный номер, высокую плотность, низкую энергию связи и две различные степени окисления. Перспективны в плане модификации боратных стекол оксиды железа (магнетит, гематит, маггемит).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Матюхин П.В., Косов А.В. Композиционные материалы для защиты от космической радиации // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. 2016. С. 583-587.

2. Соколенко И.В., Ястребинский Р.Н., Крайний А.А., Матюхин П.В., Тарасов Д.Г. Моделирование прохождения высокоэнергетических электронов в высоконаполненном полимерном композите // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. № 6. С. 145-148.

3. Павленко В.И., Ястребинский Р.Н., Матюхин П.В., Ястребинская А.В., Куприева О.В. Физико-технические свойства радиационно-защитного транспортного контейнера на основе высоконаполненной полимерной матрицы и железорудного сырья кма // В сборнике: Региональная научно-техническая конференция по итогам ориентированных фундаментальных исследований по междисциплинарным темам, проводимого Российским фондом фундаментальных исследований и Правительством Белгородской области. сборник докладов. 2016. С. 256-264.

4. Павленко В.И., Ястребинский Р.Н., Матюхин П.В., Ястребинская А.В. Снижение радиоактивных загрязнений поверхности стальных конструкций радиационно-защитного транспортного контейнера на основе железорудного сырья кма // В сборнике: Региональная научно-техническая конференция по итогам конкурса ориентированных фундаментальных исследований по междисциплинарным темам, проводимого Российским фондом фундаментальных исследований и Правительством Белгородской области. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. 2017. С. 228-234.

5. Matyukhin P.V. Reaction of spot radioactive source with the energy of 661.7 keV on the modification in the structure of surface layer of metal composite material // Solid State Phenomena. 2020. T. 299. С. 107-111.

6. Матюхин П.В., Бондаренко Ю.М., Павленко В.И. Исследование микроструктуры поверхности композиционного материала на основеалюминиевой матрицы // Перспективные материалы. 2013. № 6. С. 22-26.

7. Изотова И.А., Бондаренко Н.И., Борисов И.Н., Клименко В.Г., Слабинская И.А. Исследование влияния плазменной обработки на эксплуатационные свойства композиционных стеклокристаллических материалов // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2018. № 3. С. 75-80.

8. Клименко В.Г., Володченко А.Н. Тяжелые наполнители для композиционных радиационно-защитных материалов гидратационного твердения [Электронный ресурс] // Инновации в строительстве – 2020. Сб. докл. Междунар. науч.-практ. конференции, посвященной 60-летию строительного института ФГБОУ ВО «БГИТУ» (г. Брянск, 25 декабря 2020 г.) / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Брянский государственный инженерно-технологический университет, строительный институт. – Брянск. 2020. – С. 111–117.
9. Klimenko V.G., Volodchenko A.N., Sidelnikov R.V. (2021) Lead Oxides as Fillers of Composite Materials for Protection Against Ionizing Radiation Based on Building Gypsum // Lecture Notes in Civil Engineering. 2021. Vol. 147. P. 203–209. Springer, Cham. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-68984-1_30.
10. Клименко В.Г., Чернышев А.З. Композиционный материал на основе магниезиального вяжущего и железорудного концентрата // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2018. № 9. С. 85–92.
11. Wantana N., Kaewnuam E., Ruangtaweep Y., Kidkhunthod P., Kim H.J., Kothan S., Kaewkhao J. High density tungsten gadolinium borate glasses doped with Eu³⁺ ion for photonic and scintillator applications // Radiation Physics and Chemistry. 2020. V. 172. P. 1–6.
12. Glaze F.W., Finn A.N. Routine determination of boron in glass // J. Research of the National Bureau of Standards. 1936. V. 16. P. 421–429.
13. Venkatesh K., Chhillar S., Kamble G.S., Pandey S.P., Venkatesh M., Kumar S.A., Kumar S., Acharya R., Pujari P.K., Reddy A.V.R. Determination of boron concentration in borosilicate glass, boron carbide and graphite samples by conventional wet-chemical and nuclear analytical methods // J. Radioanalytical and Nuclear Chemistry. 2014. V. 302. P. 1425–1428.
14. Kikongi P., Salvat J., Gosselin R. Curve-fitting regression: improving light element quantification with XRF // X-Ray Spectrometry. 2017. V. 46. Issue 5. P. 347–355.
15. Немодрук А.А., Каралова З.К. Аналитическая химия бора. М.: Наука, 1964. 282 с.
16. Schuster M., Muller L., Mauser K.E., Straub R. Quantitative x-ray fluorescence analysis of boron in thin films of borophosphosilicate glasses // Thin Solid Films. 1988. V. 157. P. 325–336.

*Пирожкова Е.С., Щербаков А.С., Копнина О.В.
Научный руководитель: Ключникова Н.В., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

РЕЦЕПТУРА ЗАЛИВОЧНОГО КОМПАУНДА

Важным фактором, влияющим на срок эксплуатации электроприбора, является его герметизация. Для этого можно воспользоваться заливочным компаундом.

Заливочные компаунды представляют собой композиционные полимерные материалы, не содержащие летучие растворители, что обеспечивает их монолитность после отверждения. Они применяются для заливки полостей в электроприборах с целью защиты от агрессивных химических сред, воды, истирания, вибрации и прочих механических воздействий. Заливочные компаунды могут быть изготовлены как из термореактивных, так и термопластичных полимерных материалов. Наиболее высокими эксплуатационными характеристиками обладают первые. Выделяют следующие виды таких композитов: полиуретановые, силиконовые и эпоксидные [1].

Полиуретановые компаунды подойдут для хрупких изделий, а также для тех, применение которых запланировано в морских условиях. Обладают широким диапазоном твердости и высокой эластичностью. Главное преимущество – легкость распределения по рабочей поверхности, что способствует качественному покрытию. Недостатки: непродолжительный срок службы, горючесть [2].

Силиконовые используются в электроприборах, эксплуатация которых предполагает экстремальные и высокотемпературные условия. Такие компаунды надежно амортизируют механические напряжения и вибрации, предотвращают появление конденсата и влаги. Главный недостаток - высокая стоимость, которая и обуславливает применение силиконовых компаундов исключительно в условиях, оговоренных выше [2].

Эпоксидные компаунды обладают превосходной хим- и водостойкостью, отличной механической прочностью, поэтому отлично подойдут для герметизации многих электроприборов, исключая те, которые применяются в тяжелых или морских условиях. Несомненное достоинство – малая объемная усадка при отверждении, которая составляет 0,5 – 1 % [2].

Рецептуре последних и будет посвящена эта статья.

Больше всего свойства композита зависят от материала матрицы, именно она придает в значительной степени теплостойкость, устойчивость к воде и агрессивным химическим средам, прочность. В качестве матрицы в рассматриваемом заливочном компаунде выступает эпоксидная смола.

Характерной чертой эпоксидных смол является высокая адгезия почти ко всем пластмассам и к металлам, устойчивость к агрессивным химическим средам и воде, а также хорошие механические и электрические свойства. Все это объясняет выбор в заливочном компаунде в качестве матрицы эпоксидной смолы.

Также в состав композита входит наполнитель и пластификатор. Отвердитель применяется лишь при непосредственном нанесении и в технологию производства не входит.

В качестве отвердителей в заливочных компаундах предпочтительнее выбирать отвердители холодного отверждения, т.к. при использовании отвердителей горячего отверждения необходимо поддерживать температуру 100-200 °С в процессе нанесения, что не всегда удобно. Наиболее часто для этих целей используют полиэтиленполиамин, гексаметилендиамин, триэтилентетрамин.

В случае применения триэтилентетрамина наблюдается такой недостаток, как появление липкой поверхности после отверждения композита при комнатной температуре. Для того, чтобы это избежать, необходимо последние 5 часов сушить изделие при 80 °С, что опять-таки не всегда удобно.

Полиэтиленполиамин (ПЭПА) проще в работе, застывает без повышенной температуры, что несомненно является его плюсом. Но при этом он, как и гексаметилендиамин, является токсичным, что нужно учитывать при работе с ним. Но, тем не менее, по сравнению с последним, менее опасен, поэтому его использование предпочтительнее.

В качестве наполнителя используется пылевидный кварц и стеклянное волокно [3-4].

Пылевидный кварц используется с целью понижения стоимости готового продукта, а также улучшает физико-механические и электроизоляционные свойства, что важно для заливочного компаунда. Также обладает такими преимуществами, как антикоррозийность и высокая химическая стойкость.

Стекловолокно имеет совершенно уникальное сочетание характеристик: повышенная прочность, термостойкость, негорючесть, низкая гигроскопичность, стойкость к химическому и биологическому

воздействию. Перечисленные свойства объясняют применение стеклянного волокна в качестве наполнителя в заливочном компаунде.

В полимерных композитах большую часть механической нагрузки несет на себе наполнитель, поэтому в заливочном компаунде использовано кварцевое стеклянное волокно, обладающее более высокими прочностными характеристиками по сравнению с другими видами.

Для уменьшения хрупкости и повышения морозостойкости в полимерный композит вводится пластификатор. В сочетании с эпоксидной смолой распространено применение дибутилфталата.

Кроме основных своих задач дибутилфталат также повышает износостойкость полимерного материала, предотвращает появление трещин, улучшает прочностные свойства [5].

Таким образом, в рецептуру заливочного компаунда, обладающего высокими герметическими свойствами, входят эпоксидная смола (полимерная матрица), пылевидный кварц и кварцевое стекловолокно (наполнители), дибутилфталат (пластификатор).

Каждый компонент влияет на свойства получаемого материала, поэтому при разработке рецептуры важно учитывать их свойства и взаимовлияние друг на друга.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Евстифеев В.В. Электротехнические материалы, пластмассы, резины, композиты: учебное пособие / В.В. Евстифеев, М.С. Корятов. Омск: Изд-во СибАДИ. 2009. 36 с.

2. Коробейников А.Г., Пенюгалова Н.В., Груничева Я.В., Керенков Д.В. Исследование свойств отвердевшего компаунда в задачах заливки высоковольтного источника питания // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. - Технические науки. - 2018. - № 5-1 (20). - С. 211-216.

3. Брацыхин Е.А., Шульгина Э.С. Технология пластических масс: учебное пособие для техникумов. 3-е издание, перераб. и доп. Л.: Химия. 1982. 328 с.

4. Влияние шунгита на эксплуатационные свойства полимерного композиционного материала / Н. В. Ключникова, А. О. Пискарева, К. А. Урванов [и др] // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. - 2020. - № 2. - С. 96-105.

5. Бондалетова Л. И. Полимерные композиционные материалы (часть 1): учебное пособие / Л.И. Бондалетова, В.Г. Бондалетов. Томск: Изд-во Томского политехнического университета. 2013. 118 с.

УДК 378.147

Поветкин Б.Д.

*Научный руководитель: Брыкова Л.В., канд. пед. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ДИСТАНЦИОННОЕ И ОЧНОЕ ОБУЧЕНИЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА». ПЛЮСЫ И МИНУСЫ

Образовательный процесс любого образования имеет несколько видов его освоения, самым его распространённым видом является традиционная или же очная форма обучения. Бывают случаи, когда обучение по традиционной форме является невозможным или трудно осуществимым, тогда самым лучшим вариантом может стать дистанционное обучение. Каждая форма обучения имеет как плюсы, так и минусы.

Метод дистанционного обучения – образовательный процесс, основанный на взаимодействии преподавателя и студентов между собой на расстоянии, отражающий все присущие учебному процессу компоненты и с применением совокупности телекоммуникационных технологий. Основной целью данной формы обучения является предоставление возможности обучаемым освоить основной объём требуемой им информации без непосредственного контакта обучаемых и преподавателя в ходе процесса обучения. Дистанционная форма обучения может являться как самостоятельной формой, так и дополнением к другим более традиционным формам обучения (очной, очно-заочной, заочной) [1].

Дистанционное обучение позволяет студентам изучать различные предметы на расстоянии, не посещая традиционные лекции и семинары в учебном заведении. Оно также дает молодым людям избежать сторонних расходов, исключить необходимость переезда или походов в библиотеку для подготовки рефератов, курсовых и дипломных проектов.

Метод традиционного (очного) обучения – образовательный процесс, осуществляющий обеспечение образовательной деятельности и оценку качества образования, основанный на взаимодействии преподавателя и студента непосредственно в университете [4]. Они работают вместе в аудитории или лаборатории, общаются друг с другом и обсуждают учебный материал. Эта форма обучения является классической и наиболее распространенной, которую студенты выбирают для получения высшего образования.

В Белгородском Государственном Технологическом Университете им. В.Г. Шухова дистанционная форма обучения была открыта с 2004 года. Несомненно, дистанционное обучение во время его появления отличается от нынешнего. Различия заключаются в том, что раньше занятия переводились постепенно на дистанционный формат, поэтому процент очных занятий оставался [3]. Современное дистанционное обучение позволяет полностью проводить любой вид занятий и аттестаций через Интернет. Это связано с развитием компьютеров и появлением специальных программ для видеозвонков и конференций, например: Zoom, Яндекс Телемост или трансляция в социальной сети ВКонтакте.

В 2019 году пандемия от вируса Covid-19 вынудила перевести все обучение в дистанционный формат, чтобы уменьшить количество контактов людей и не дать подняться проценту заболеваемости. Для проведения занятий преподаватели и студенты использовали вышеупомянутые программы. 1 июля 2022 года в Российской Федерации были отменены ковидные ограничения и университет с 1 сентября 2022 года продолжил обучение студентов в традиционной форме.

24 февраля 2022 года Российская Федерация начала Специальную Военную Операцию на Украине, в связи с чем, приграничные территории, к которой относится не только Белгородская область, но и город Белгород были переведены на дистанционный режим обучения вновь. Всем студентам, в том числе и первокурсникам, пришлось сдавать сессию через интернет. Но поскольку начинали обучение они в традиционной форме, а продолжают до сих пор учиться дистанционно, то студенты могут сравнить эти формы обучения, указав плюсы и минусы каждой формы приоритетного обучения.

Мы провели опрос среди студентов различных направлений и специальностей первого курса, количество анкетированных составило 42 человека, из которых 58,5% составили мужчины, а 41,5% женщины. Большинство анкетированных – первокурсники (97,6%), остальные участники – студенты 2 курса.

В результате анкетирования выяснилось, что большинство студентов, а именно 58,5%, отдали предпочтение дистанционной форме обучения и считают ее более эффективной. Остальные 41,5% считают наиболее эффективной традиционную форму обучения (рис.1).



Рис.1. Более эффективная форма обучения по дисциплине «Инженерная графика»

Выбирая более эффективную форму обучения, студенты приводили разные достоинства каждой формы обучения.

Дистанционное обучение большинство обучающихся (43%) считает более эффективным за счет возможности обучения на расстоянии, фактически в любой точке мира, где есть интернет. Также существенное количество голосов (24%) получил факт экономии времени, в основном на проезде до места обучения и от него соответственно. Также достоинством дистанционного обучения студенты выделили возможность пересматривать материал для усвоения и повторения: – «...Это делает возможным усвоение любого материала, так как пересмотреть можно пока не поймешь». Количество студентов, выделивших возможность повторения материала по видео путем их повторного просмотра, составило 19%. 14% опрошенных считают дистанционную форму более эффективной за счет домашнего комфорта и увеличенных сроков на сдачу индивидуальных домашних заданий (рис.2).

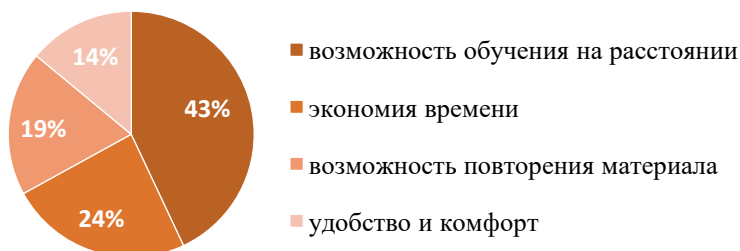


Рис.2. Достоинства дистанционной формы обучения

Основной причиной для выбора традиционной формой обучения для студентов стало прямое общение с преподавателем (41%), немаловажна возможность более наглядного указания ошибок с пояснением как их можно исправить (24%), для кого-то очная подача

материала считается более понятной (23%), кто-то отметил более оперативную проверку работ (12%). Часть студентов, отдавших свой голос за традиционную форму обучения считают, что дистанционная форма никогда не сможет полностью заменить традиционную (рис.3).

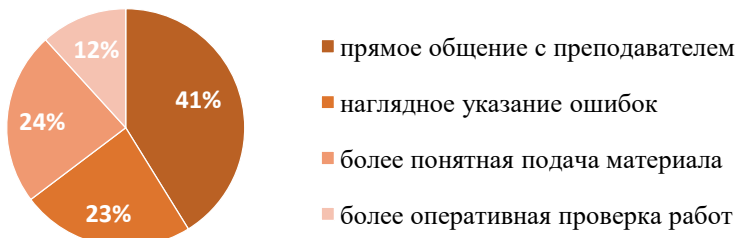


Рис.3. Достоинства традиционной формы обучения

Студентам была предоставлена возможность предложить свои замечания и пожелания, которые бы сделали эффективную, по их мнению, форму обучения более комфортной для них. 74% опрошенных считают свою приоритетную форму обучения идеальной и предложений вносить не стали.

Для того чтобы сделать дистанционную форму обучения идеальной, по мнению студентов, нужно улучшить лишь одну вещь – общение с преподавателем. Далее мнения разделились и одни считают необходимым иногда проводить очные пары в университете, которые как раз таки будут направлены на указание и объяснение ошибок, допущенных на чертежах в процессе выполнения индивидуального домашнего задания. Другие так же считают, что необходимо уделять пары на консультации со студентами, но вместо очного посещения университета использовать телекоммуникационные технологии, например Zoom или Яндекс Телемост.

Предложения, касающиеся традиционной формы обучения, более направлены в сторону комфорта, чем в сторону улучшения контакта с преподавателем, как в другом случае. Студенты считают парты, установленные в учебном классе и предназначенные для работы за ними двух человек – не удобными. Студенты видят решение проблемы двумя способами:

- заменой совместных парт на индивидуальные, для того, чтобы у каждого учащегося было личное рабочее место;
- заменой парт на более удобные и большие, которые позволят разместить все принадлежности для работы и комфортного выполнения чертежей.

Очное обучение предоставляет доступ к полному набору ресурсов и возможность прямого взаимодействия с преподавателем и однокурсниками. Из-за этого очное обучение иногда считается более эффективным в плане получения знаний и навыков [2]. Однако дистанционное обучение становится все более популярным в связи с возможностью получения образования без необходимости физического присутствия, что может быть полезным для людей, работающих на полную ставку или имеющих семейные обстоятельства.

Таким образом, можно сказать, что однозначной эффективной формы обучения не существует. У каждой формы обучения есть сторонники, которые считают её лучшей. Помимо этого каждая форма обучения имеет не только плюсы, на которые ориентируются студенты, но и минусы. Опрос показал, что каждую форму обучения можно сделать ещё эффективнее, чем она является сейчас, что улучшит, как качество образования, так и условия его получения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Андреева И.Г., Брыкова Л.В. Концепция практико-ориентированного подхода к образованию в высшей школе. Журнал «Известия ВГПУ», Волгоград, ВГСПУ – 2020. – №5 (148). – 162 с., С. 4 – 8.
2. Брыкова Л.В. Пути повышения эффективности графической подготовки студентов технического вуза в современных образовательных условиях / Содействие профессиональному становлению личности и трудоустройству молодых специалистов в современных условиях: сборник материалов XIII Международной научно-практической конференции, Белгород, 19 ноября 2021 г. в 3 ч.: Ч. 1 / под ред. С.А. Михайличенко, Ю.Ю. Буряка. Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2021. 396 с., С.200-204.
3. Брыкова Л.В. Традиционное и дистанционное обучение: за и против / Сборник статей Международной научно-практической конференции «Научные революции как ключевой фактор развития науки и техники» (Киров, 28.05.2020 г.). – Стерлитамак: АМИ, 2020. – 296 с., С. 19 – 22.
4. Федеральный закон от 29.12.2012 №273-ФЗ (ред. от 17.02.2023) «Об образовании в Российской Федерации» (с изм. и доп., вступ. в силу с 28.02.2023) URL: <https://docs.yandex.ru/docs/> (дата обращения: 22.04.2022).

Подлеснова А.А.

*Научный руководитель: Костюченко Е.Ю., канд. техн. наук, доц.
Томский государственный университет систем управления
и радиоэлектроники, г. Томск, Россия*

ВЫЯВЛЕНИЕ ПРИЗНАКОВ БОЛЕЗНИ ПАРКИНСОНА ПО ДИНАМИКЕ ПОЧЕРКА

Болезнь Паркинсона является одной из наиболее распространенных неврологических заболеваний, которая влияет на движения и координацию человека. По приблизительным оценкам, в РФ проживает порядка 210 тыс. пациентов с болезнью Паркинсона. Заболевание встречается чаще всего у лиц пожилого возраста: у лиц старше 60 лет – в 1% случаев, у лиц после 75 лет – в 2–3% и более случаев [1].

Раннее выявление болезни Паркинсона очень важно для успешного лечения и контроля прогрессирования. В последние годы многие исследования показывают, что динамика почерка может быть использована для диагностики болезни Паркинсона.

Одной из наиболее перспективных направлений исследования на эту тему является использование нейронных сетей, так как оно позволяет автоматизировать процесс выявления признаков болезни Паркинсона по динамике почерка, что уменьшает время и затраты на диагностику.

В данной научной работе исходными данными для изучения темы являются данные о динамике почерка пациентов с болезнью Паркинсона, а именно улучшенный набор данных HandPD – NewHandPD. Данные были собраны в Медицинской школе Ботукату Государственного университета Сан-Паулу, Бразилия и обработаны для создания набора и обучения модели [2].

Набор данных состоит из 66 человек, разделенных на две группы: Здоровые (35 человек) и Пациенты (31 человек). Здоровая группа состоит из 18 мужчин и 17 женщин в возрасте от 14 до 79 лет (средний возраст $44,05 \pm 14,88$ года). Группа Пациентов 21 мужчина и 10 женщин в возрасте от 38 до 78 лет (средний возраст $57,83 \pm 7,85$ года). Каждому человеку было предложено нарисовать 9 тестов, из которых 4 были связаны со спиралями, 4 с меандрами, 1 с кругом. Таким образом, набор данных NewHandPD состоит из 594 изображений.

Некоторые примеры, извлеченные из набора данных (Рис. 1):

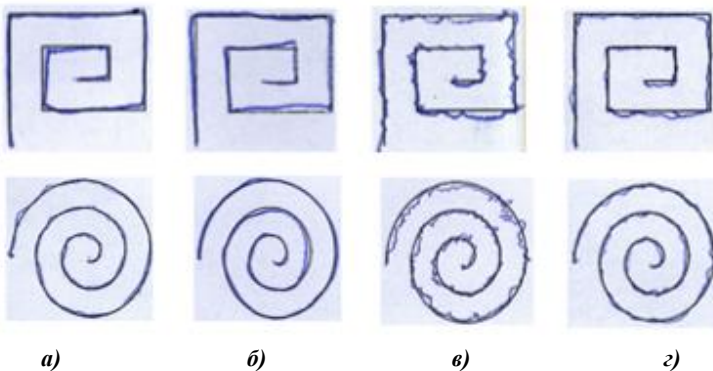


Рис. 1 Примеры изображения меандра из набор данных NewHandPD: *а* – мужчина 58 лет из контрольной группы; *б* – женщина 28 лет из контрольной группы; *в* – мужчина 56 лет из группы больных; *г* – 65 лет женщина из группы больных.

Сверточные нейронные сети (CNN) являются эффективным инструментом для классификации данных. CNN обучаются извлекать признаки из графической информации и классифицировать ее, используя уже разработанные алгоритмы. В результате, сверточная нейронная сеть может определять признаки, скрытые в динамике почерка, которые не могут быть выявлены другими методами. Это делает CNN одним из наиболее эффективных инструментов для выявления признаков болезни по динамике почерка.

Для проведения исследования было выбрано 11 различных архитектур CNN для классификации данных по динамике почерка из датасета NewHandPD: VGG16, VGG19, DenseNet201, InceptionV3, ResNet50V2, Xception, ConvNeXtBase, MobileNet, NASNetMobile, ResNet50, EfficientNetB. Эти модели были предварительно обучены на больших наборах данных и показали высокую точность в распознавании объектов на картинках.

В ходе работы был реализован программный модуль на языке Python для сравнения архитектур сверточных нейронных сетей по значению валидационной точности для того, чтобы оценить эффективности работы модели в процессе обучения (Табл. 1).

В процессе исследования были обучены 11 различных архитектур нейронных сетей на датасете NewHandPD, и оценены по метрикам *val accuracy* и *val loss*. По анализу результатов были выявлены лучшие модели, ими оказались MobileNet, DenseNet201 и VGG19. Эти модели

достигли высоких значений точности при классификации данных по динамике почерка при болезни Паркинсона.

Таблица 1 – Валидационная точность различных архитектур сверточных нейронных сетей

Архитектура	Количество эпох			
	50	100	150	200
MobileNet	0,9159	0,9159	0,9244	0,9243
DenseNet201	0,8823	0,8991	0,9327	0,9076
VGG19	0,8739	0,9075	0,8991	0,8992
VGG16	0,8823	0,8907	0,7731	0,8991
InceptionV3	0,8739	0,8823	0,8991	0,8908
NASNetMobile	0,7731	0,8739	0,8991	0,8992
Xception	0,8487	0,8571	0,8823	0,8739
ConvNeXtBase	0,8319	0,8823	0,8403	0,8739
EfficientNetB3	0,5982	0,7308	0,7185	0,6975
ResNet50	0,5462	0,6807	0,7310	0,7731
ResNet50V2	0,6050	0,6806	0,6890	0,6891

Было проведено сравнение полученных результатов с работами других авторов [3,4,5,6], которые, в отличие от данного исследования, разделили набор NewHandPD на три отдельных набора данных: меандры, спирали и круги (Табл. 2). В качестве результата для сравнения в текущей работе была выбрана архитектура MobileNet и ее значение валидационной точности 92,44% при 150 эпохах.

Таблица 2 – Сравнение с современными подходами к NewHandPD

Task	(Pereira et al.) (2016)	(Pereira et al.) (2018)	(Ribeiro et al.) (2019)	(Diaz et al.) (2020)	This work
Spiral	77,53%	78,26%	89,48%	94,44%	
Meanders	87,14%	80,75%	92,24%	91,11%	
Circle	-	68,04%	-	88,89%	92,44%

Результаты показывают, что подход, используемый в данной работе, привел к лучшим результатам классификации по сравнению с предыдущими исследованиями. Эксперименты были выполнены с использованием 80% данных для тренировки, 20% для проверки для тестирования.

Таким образом, исследования в области ранней диагностики болезни Паркинсона являются крайне важными и должны продолжаться для улучшения точности диагностики и эффективности лечения пациентов. В ходе научной работы было выявлено, что

использование нейронных сетей, в частности, сверточных нейронных сетей (CNN), является наиболее эффективным инструментом для выявления признаков болезни Паркинсона по динамике почерка. По результатам исследования были определены лучшие модели нейронных сетей: MobileNet, DenseNet201 и VGG19. Эти модели показали самую высокую точность при распознавании признаков болезни. Также было проведено сравнение результатов работы с результатами работ других авторов. Однако, необходимо провести дополнительные исследования для подтверждения результатов, увеличения точности результатов классификации, а также, в будущем, расширения набора данных.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Национальное общество по изучению болезни Паркинсона и расстройств движений. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://parkinsonizm.ru/sindromi/parkinsonizm/>
2. Pereira C.R. Deep learning-aided Parkinson's disease diagnosis from handwritten dynamics / Pereira C.R., Weber S.A., Hook C., Rosa G.H., Papa J.P. // 2016 29th SIBGRAPI Conf on Graphics, Patterns and Images (SIBGRAPI) 2016: 340- 346.
3. Pereira C.R. A new computer vision-based approach to aid the diagnosis of parkinson's disease / Pereira C.R., Pereira, D. R., Silva F. A., Masieiro J. P., Weber S. A., Hook C. & Papa J. P. // 2016 Computer Methods and Programs in Biomedicine 136, 79–88.
4. Pereira C. R. Handwritten dynamics assessment through convolutional neural networks: An application to Parkinson's disease identification / Pereira C.R., Pereira D. R., Rosa G. H., Albuquerque V. H., Weber S. A., Hook C. & Papa J. P. // 2018 Artificial Intelligence in Medicine 87, 67–77.
5. Ribeiro L. C. Bag of samplings for computer-assisted Parkinson's disease diagnosis based on recurrent neural networks / Ribeiro L. C., Afonso L. C. & Papa J. P. // 2019 Computers in Biology and Medicine 115, 103477.
6. Diaz M. Sequence-based dynamic handwriting analysis for Parkinson's disease detection with one-dimensional convolutions and BiGRUs / Diaz M., Moetesum M., Siddiqi I., & Vessio G. // 2020 Expert Systems with Applications, 114405.

УДК 519.67

Половнева Ю.Е.

Научный руководитель: Киселева О.В., ст. преп.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ В АРХИТЕКТУРЕ

Вычислительная математика уже давно показала свою важность в многих отраслях нашей жизни, включая финансы, медицину и науку. Одной из характерных черт современного научно-технического прогресса является существенное расширение областей применения теоретической и вычислительной математики на базе широкого использования электронных вычислительных машин (ЭВМ).

Сейчас математические методы и вычислительная техника широко применяются не только в таких традиционных науках как механика, астрономия, физика, но и в архитектуре. Одним из главных преимуществ применения методов вычислительной математики в архитектуре является возможность создания сложных геометрических форм и структур, а также оптимизация конструкций и процессов строительства.

Применение методов вычислительной математики позволяет архитекторам создавать более точные и эффективные проекты. Например, благодаря расчетам и моделированию можно оптимизировать форму здания, выбрать оптимальные материалы и учесть высоту и расположение здания в городской застройке.

Области применения методов вычислительной математики в архитектуре:

1. Моделирование и анализ конструкций. С помощью методов компьютерного моделирования можно оценить прочность и жесткость конструкций, определить точки, где возможны деформации и разрушения. Также можно протестировать различные варианты конструкции и определить оптимальный.

2. Разработка 3D-моделей зданий и сооружений. 3D-моделирование является необходимым инструментом для создания виртуальных прототипов, а также для визуализации проектов, что помогает заказчику представить себе будущее здание.

3. Создание макетов и прототипов. С помощью 3D-принтеров можно быстро создавать макеты и прототипы зданий, что помогает улучшить коммуникацию с клиентами и заказчиками.

4. Симуляции. С помощью вычислительной математики строятся симуляции взаимодействия между конструкциями, внешними и внутренними факторами, такими как давление ветра, свет, тепло и звуковое излучение.

5. 3D-моделирование. Вычислительная математика позволяет создавать детальные 3D-модели зданий, которые затем используются для создания визуализаций и презентаций для клиентов и застройщиков.

Одним из примеров применения методов вычислительной математики является проектирование Фонда Лувра в Абу-Даби (Рис.1), созданного архитектурным бюро "Ateliers Jean Nouvel". Для реализации проекта были использованы вычислительные методы для определения оптимальных параметров конструкций и материалов. В результате удалось создать уникальную конструкцию, состоящую из зоны выставок внутри прозрачного купола.



Рис. 1. Фонд Лувра в Абу-Даби

Еще одним примером применения методов вычислительной математики в архитектуре является создание архитектурных форм, основанных на принципах "фракталов". Фрактал – это объект, в точности или приближённо совпадающий с частью себя самого, то есть целое имеет ту же форму. Применяя методы вычислительной математики, архитекторы могут создавать комплексные и эстетически привлекательные формы, напоминающие природные объекты, например листья, кристаллы или облачные образования.

Большая часть современных уникальных сооружений создана и создается с применением вычислительной математики. Примеры такой

архитекторы можно найти во многих странах: в Германии, Китае, Южной Корее, Англии, Испании, США, России. Например, спортивный кампус в Цюйчжоу, Китай (Рис.2), Центр Гейдара Алиева, Азербайджан (Рис.2), Vuga Wood павильон в Хайльбронне, Германия (Рис.2). И команды архитекторов, создающих, эти объекты, зачастую не сидят в одном офисе. К примеру, команда мастерской легендарной Захи Хадид, обладательницы Притцеровской премии, автора десятков неофутуристических зданий, разбросана по всему миру. Компьютерные программы позволяют работать над одним проектом одновременно из разных точек.



Рис.2. а - спортивный кампус в Цюйчжоу, б - Центр Гейдара Алиева, в - Vuga Wood павильон в Хайльбронне

В целом, применение методов вычислительной математики позволяет архитекторам создавать более сложные и эстетически привлекательные конструкции, оптимизировать процессы проектирования и строительства, а также улучшить комфортность и энергоэффективность зданий

Методы вычислительной математики играют важную роль в архитектуре и позволяют улучшать процесс проектирования, оптимизировать конструкции и повысить эффективность использования ресурсов. Также можно сказать, что происходит не просто проникновение математики в архитектуру. Этот процесс имеет двойную направленность, а именно, происходит взаимопроникновение математики и архитектуры. Таким образом, архитектура становится для математики источником новых задач и своеобразным «полигоном» для апробации их решений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пётр Клименко Вычислительная архитектура // URL: <https://donstu.ru/news/intervyu/vychislitel'naya-arkhitektura/> (дата обращения: 10.05.2023).

2. Горнева О.С. Математические методы в учебном архитектурном проектировании // Известия вузов. Архитектон. – 2005 №10 URL: <https://www.dissercat.com/content/matematicheskie-metody-i-modelirovanie-v-arkhitekture/read> (дата обращения: 10.05.2023).

3. Горнева О.С. Математические методы и моделирование в архитектуре // Известия вузов. Архитектон. – 2006 №2 (14) URL: <https://www.dissercat.com/content/matematicheskie-metody-i-modelirovanie-v-arkhitekture> (дата обращения: 10.05.2023).

4. Коломыцева, Е. П. Проектирование информационной системы для рекомендаций расстановки датчиков / Е. П. Коломыцева, С. А. Ткаченко // Международная научно-техническая конференция молодых ученых, Белгород, 25–27 мая 2020 года. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2020. – С. 3894-3899. – EDN YUPMBN.

УДК 519.67

Придорогина А.Е.

Научный руководитель: Киселева О.В., ст. преп.

*Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ В КРИПТОГРАФИИ

Вычислительная математика – это наука о численных методах решения математических задач с помощью компьютеров. Данная наука является важной в различных областях, включая физику, химию, инженерию, бизнес, финансы и многое другое. Вычислительная математика играет важную роль в многих аспектах жизни. Она помогает улучшить эффективность, безопасность и качество различных продуктов и услуг, а также сокращает время и затраты на их разработку. Также вычислительная математика применяется в криптографии. Криптография является наукой, которая изучает методы защиты информации. Ее цель - обеспечить конфиденциальность, целостность и

доступность данных, которые передаются по сети или хранятся на компьютерах.

Рассмотрим конкретные примеры применения вычислительной математики в криптографии. В ней находит свое применение гипотеза Римана, которая основывается на гармонических рядах (1).

$$H_r = \sum_{r=1}^{\infty} \frac{1}{r} = 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \dots \quad (1)$$

где H_r - гармонический ряд; ряд означает неограниченно продолжающееся суммирование членов от r -того до бесконечности.

Бесконечный ряд, названный дзета-функцией Римана $\zeta(s)$ (2), является аналитическим (то есть имеет определяемые значения) для всех комплексных чисел с вещественной частью больше 1 ($\text{Re}(s) > 1$):

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^s} = 1 + \frac{1}{1^s} + \frac{1}{2^s} + \frac{1}{3^s} + \frac{1}{4^s} + \dots \quad (2)$$

где s и γ – вещественные числа.

В этой области определения он сходится *абсолютно*. Чтобы проанализировать функцию в областях за пределами обычной области сходимости (когда вещественная часть комплексной переменной s больше 1), функцию нужно переопределить. Риман успешно с этим справился, выполнив *аналитическое продолжение* до абсолютно сходящейся функции на полуплоскости $\text{Re}(s) > 0$. Также эта гипотеза тесно связана с некоторыми аспектами квантовой теории поля. По сути, квантовая теория поля представляет собой набор инструментов, которые ученые могут использовать для описания любого набора взаимодействий между частицами. Решение гипотезы Римана позволит физикам уточнить законы и лучше понять, как устроена наша Вселенная. Возможно, решение этой задачи также поможет открыть физику за пределами Стандартной модели.

Существует также матричная форма кодирования и декодирования. Метод матричного кодирования с помощью целых чисел предполагает построение сетки матрицы A прямоугольной формы размером 10×10 , то есть координаты включают целые числа от 0 до 9 и могут указывать 100 целых чисел (Рис. 1)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	2	4	7	11	16	22	29	37	46
1	3	5	8	12	17	23	30	38	47
2	5	6	9	13	18	24	31	39	48
3	8	9	0	14	19	25	32	40	49
4	1	2	3	4	5	20	26	33	41
5	6	7	8	9	0	1	27	34	42
6	2	3	4	5	6	7	8	35	43
7	9	0	1	2	3	4	5	6	44
8	7	8	9	0	1	2	3	4	5
9	6	7	8	9	0	1	2	3	4

Рис. 1 Сетка матрицы А

Тот же процесс организации матрицы А основан на свойстве симметрии и делении исходной матрицы на две треугольные матрицы: нижние треугольные матрицы и верхние треугольные матрицы (Рис. 2)

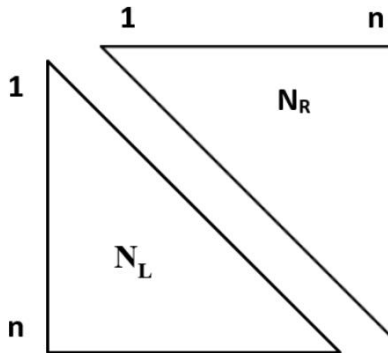


Рис. 2 Две треугольные матрицы

Нижняя треугольная матрица заполняется целыми числами (3).

$$N_L = \{x_k\}, k = 1 \div 45, x \in Z, \quad (3)$$

где x_k – это элементы нижней треугольной матрицы

Причем диагональ D также состоит из целых положительных чисел

(4).

$$D = \{d_m\}, m = 1 \div 10, d \in Z. \quad (4)$$

где d_m – это элементы диагонали матрицы

Верхняя треугольная матрица состоит из целых отрицательных чисел (5).

$$N_R = \{-x_q\}, q = 1 \div 45, x \in Z. \quad (5)$$

где x_q – это элементы верхней треугольной матрицы

Принцип заполнения матриц целыми числами заключается в использовании натурального ряда чисел и записи этих чисел по строкам в диагональных числовых позициях (нижняя треугольная матрица) с переходом на следующую нижнюю строку. Верхняя треугольная матрица является зеркальным отображением матрицы на диагонали и представлена теми же целыми числами, но с обратным знаком. Любой элемент массива A может быть определен как (6).

$$x_{ij} = \begin{cases} j + 0,5 \cdot i(i + 1) + 1, i \geq j, \\ -i - 0,5 \cdot j(j + 1) - 1, i < j. \end{cases} \quad (6)$$

где i и j – это индексы матрицы

Этот метод организации матрицы A позволяет закодировать целое число от 0 до 99 в более компактное представление с меньшим количеством битов. В то же время использование отрицательных чисел в верхней треугольной матрице при кодировании входных чисел сохраняет свои положительные знаки.

Примером использования матриц в криптографии является Шифр Хилла - полиграммный шифр подстановки, в котором буквы открытого текста заменяются группами с помощью линейной алгебры. Для латинского алфавита каждой букве сопоставляется число, например, А – 0, В – 1, С – 2, ..., Z – 25. В общем случае соответствия “буква – число” можно выбрать произвольно. Далее записывается ключ в виде матрицы. Следом разбивается текст на блоки по n символов в каждом, где n – размерность матрицы и шифруется текст. Для дальнейшей защиты конфиденциальной информации от несанкционированного доступа необходимо использовать матричное умножение с помощью матрицы ключа. Определитель матрицы ключа не должен равняться нулю, иначе процесс шифрования может оказаться недостаточно надежным и расшифровку зашифрованного текста будет невозможно осуществить. Далее нужно получившиеся матрицы разделить по модулю на 37, т.е. взять остаток от деления на 37, потому что это длина алфавита. После декодируется полученные матрицы с помощью алфавита. Пример шифрования. (Рис. 3)

Кодированный алфавит:

А	0	Т	19
Б	1	У	20
В	2	Ф	21
Г	3	Х	22
Д	4	К	23
Е	5	Ч	24
Ё	6	Ш	25
З	7	Щ	26
И	8	Ъ	27
Й	9	Ы	28
К	10	Ь	29
Л	11	Э	30
М	12	Ю	31
Н	13	Я	32
О	14	.	33
П	15	?	34
Р	16		35
С	17		36

① Слово для шифрования: "МАТЕМАТИКА"
 Её код: 13 0 19 5 13 0 19 9 11 0

② Выберем ключевое слово: "КОНОШЕСТВО"
 Его код: 31 14 15 25 5 18 19 11

③ Запишем ключ в виде матрицы 3x3:

$$\begin{pmatrix} 31 & 14 & 15 \\ 25 & 5 & 18 \\ 19 & 2 & 15 \end{pmatrix}$$

④ Разбиваем текст на блоки по шифровальщику:
 1: 13 0 19
 2: 5 13 0
 3: 19 9 11
 4: 0 1 2 - добавим символы, чтобы образовался целый блок.

⑤ Умножим каждый блок на ключ:

$$1) \begin{pmatrix} 13 & 0 & 19 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 31 & 14 & 15 \\ 25 & 5 & 18 \\ 19 & 2 & 15 \end{pmatrix} = (784 \ 220 \ 480)$$

$$2) \begin{pmatrix} 5 & 13 & 0 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 31 & 14 & 15 \\ 25 & 5 & 18 \\ 19 & 2 & 15 \end{pmatrix} = (480 \ 135 \ 309)$$

$$3) \begin{pmatrix} 19 & 9 & 11 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 31 & 14 & 15 \\ 25 & 5 & 18 \\ 19 & 2 & 15 \end{pmatrix} = (1023 \ 333 \ 612)$$

$$4) \begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 31 & 14 & 15 \\ 25 & 5 & 18 \\ 19 & 2 & 15 \end{pmatrix} = (63 \ 9 \ 48)$$

Ваша матрица на размер алфавита, то есть 3x3

$$1) (784 \ 220 \ 480) : 37 = (21 \ 6 \ 13)$$

$$2) (480 \ 135 \ 309) : 37 = (13 \ 4 \ 9)$$

$$3) (1023 \ 333 \ 612) : 37 = (28 \ 9 \ 17)$$

$$4) (63 \ 9 \ 48) : 37 = (1 \ 1 \ 2)$$

⑥ Теперь декодируем полученные матрицы с помощью нашей алфавита:

1) Ф Ё Л

2) М Ю И

3) Ы И Р

4) В В В

⑦ Склеиваем матрицы
 ФЕЛМЮИЫИРВВВ - итог

Рис. 3 Пример шифрования

Таким образом, вычислительная математика является очень важной в криптографии. Она нужна для создания алгоритмов шифрования и дешифрования, для генерации ключей, а также для работы с большими числами, которые часто используются в криптографии. Благодаря вычислительной математике мы можем безопасно обмениваться информацией и защищать свои данные от злоумышленников.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Что такое «Гипотеза Римана» простыми словами [Электронный ресурс]. Режим доступа: Что такое "Гипотеза Римана" простыми словами (kam1.ru) /Дата доступа 10.05.2023

2. Смагин А. А. Кодирование текста с использованием специальной матрицы [Электронный ресурс]. Режим доступа: 9Смагин.pdf - Яндекс.Документы (yandex.ru) Дата доступа 10.05.2023

3. Шифр Хила. Подробный разбор [Электронный ресурс]. Режим доступа: Шифр Хила. Подробный разбор / Хабр (habr.com) Дата доступа 10.05.2023

4. Коломыцева, Е. П. Проектирование информационной системы для рекомендаций расстановки датчиков / Е. П. Коломыцева, С. А. Ткаченко // Международная научно-техническая конференция молодых ученых, Белгород, 25–27 мая 2020 года. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2020. – С. 3894-3899. – EDN YURMBN.

УДК 666.942:691:614.876

Прокопченко А.П., Пилаvidу Е.О., Солгалов В.В.

Научный руководитель: Матюхин П.В., канд. техн. наук, доц.

***Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия***

ПРИМЕНЕНИЕ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА ДЛЯ СОЗДАНИЯ РАДИАЦИОННО-ЗАЩИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Современная строительная индустрия имеет большое количество различных материалов, которые необходимы при возведении, строительстве и реконструкциях зданий. Такие материалы могут быть как облицовочными, так и выполненные в виде несущих конструкций. Они используются в разных отраслях строительной индустрии, в том числе при строительстве специальных объектов, внутри которых находятся различные ядерные энергетические установки.

На таких объектах применяются также различные радиационно-защитные материалы, которые обладают в зависимости от своего состава, различными радиационно-защитными характеристиками. Данные материалы могут иметь, как органическое так и неорганическое происхождение и содержать в себе те добавки, которые позволяют обеспечивать необходимую биологическую защиту при требуемых условиях [1-16].

Одним из широко используемых материалов в области строительства, так же как и в области создания радиационно-защитных конструкций, является портландцемент. На его основе разрабатываются различные тяжелые бетонные конструкции, штукатурные смеси и композиционные материалы, предназначенные для защиты от ионизирующего излучения.

На сегодняшний день из многих разработок на основе цемента в области радиационно-защитного материаловедения представляет интерес композиционная смесь на основе глетглицеринового цемента, содержащего смесь технического глицерина, оксида свинца и воды. Композицию на основе глетглицериновый цемента можно активно использовать в процессах изготовления строительных деталей и изделий, которые по своим характеристикам предназначены для защиты от гамма-излучения [17].

К другой разработке с использованием цемента относится разработка экранирующего вещества на основе металлургической пыли, высушенных осадков-шламов после, которые смешиваются с цементами и водой до сметанообразной консистенции. В данном способе радиационной защиты от ионизирующего излучения огромную роль играет, наличие в экранирующем веществе оксидов и гидроксидов тяжелых металлов, которые присутствуют в осадках-шлама и эффективно взаимодействуют с цементом. Данный материал способен ослаблять поток фотонов рентгеновского и гамма-излучения за счет фотоэффекта рассеивания в веществе [18].

В разработке [19] применяется метод смешивания портландцемента с шунгзитовой пылью, шунгзитовым песком, добавкой суперпластификатора и воздухововлекающей добавкой, которой является смола древесная. Также в состав разработки входит карбид бора и вода. На данной основе получается качественный радиационно-защитный материал, который можно использовать в качестве бетона-консерванта, а также в качестве отверждающей смеси при бетонировании объектов с радиационно-опасными установками.

Разработана композиция для изготовления строительных изделий, в основе которой заложено создание композиционного материала на базе высокоглиноземистого цемента, андезитного наполнителя, алюмосиликатного наполнителя и воды [20]. Данная разработка может быть использована при строительстве объектов в качестве материала для защиты от гамма-излучения. Композиционная разработка благодаря своему составу обеспечивает качественную защиту от ионизирующего излучения.

К одной из разработок в области защитного материаловедения относится бетонная смесь: «Бетоносил-С, сорбирующий». С помощью соединения портландцемента с аморфным микрокремнеземом и шунгзитом при наполнители цеолите, получают высококачественный композит с высокой прочностью, который используют как отверждающую смесь, или в качестве бетона-консерванта при бетонировании объектов с радиационно-опасными установками [21].

Из выше сказанного видно, что разработка новых видов радиационно-защитных материалов на основе портландцемента является важной и перспективной задачей для строительной индустрии, особенно в области строительства новых, реконструкции старых объектов, на базе которых планируются использовать различные ядерно-энергетические установки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Матюхин П.В., Ястребинский Р.Н., Широков А.В. Основные физико-механические характеристики гематита, подвергнутого воздействию высоких давлений прессования // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2016. 8. С. 23-28.

2. Павленко В.И., Ястребинский Р.Н., Матюхин П.В., Ястребинская А.В., Куприева О.В., Самойлова Ю.М. Радиационно-защитные транспортные контейнеры отработавшего ядерного топлива на основе высоконаполненной полимерной матрицы и железорудного сырья КМА // В сборнике: Региональная научно-техническая конференция по итогам конкурса ориентированных фундаментальных исследований по междисциплинарным темам, проводимого Российским фондом фундаментальных исследований и Правительством Белгородской области. Белгородский государственный технологический университет им. В.В. Шухова. 2015. С. 320-330.

3. Павленко В.И., Матюхин П.В. Теплоизоляционный бесцементный бетон из вторичных минеральных ресурсов // Строительные материалы. 2005. №8. С. 22-25.

4. Павленко В.И., Ястребинский Р.Н., Матюхин П.В., Ястребинская А.В., Куприева О.В. Физико-технические свойства радиационно-защитного транспортного контейнера на основе высоконаполненной полимерной матрицы и железорудного сырья КМА // В сборнике: Региональная научно-техническая конференция по итогам ориентированных фундаментальных исследований по междисциплинарным темам, проводимого Российским фондом фундаментальных исследований и Правительством Белгородской области. сборник докладов. 2016. С. 256-264.

5. Matyukhin P.V. Theoretical preconditions of new kinds of nuclear protective metal composite materials development based on ferric and bismuth oxides capsulated into metallic aluminum matrix //

Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2011. №2. С. 42.

6. Матюхин П.В., Павленко В.И., Широков А.В. Изучение влияния высоких давлений прессования на изменение фазового состава гематита и его поведение при высоких температурах // Региональная архитектура и строительство. 2018. 4 (37). С. 89-97.

7. Матюхин П.В., Косов А.В. Композиционные материалы для защиты от космической радиации // В сборнике: Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова, Белгород: Изд-во БГТУ, 2016. С. 583-587.

8. Matyukhin P.V. Modification of the hematite filling surface of new composition material during high pressure testing // Solid State Phenomena. 2018. T. 284. С. 109-114.

9. Ястребинский Р.Н., Павленко В.И., Матюхин П.В., Воронов Д.В., Павленко З.В., Самойлова Ю.М. Конструкционные радиационно-защитные композиционные материалы на основе модифицированных железорудных пород КМА // В сборнике: Региональная научно-техническая конференция по итогам конкурса ориентированных фундаментальных исследований по междисциплинарным темам, проводимого Российским фондом фундаментальных исследований и Правительством Белгородской области. Белгородский государственный технологический университет им. В.В. Шухова. 2015. С. 491-499.

10. Matyukhin P. Studies of structural changes in surface and deep layers in magnetite crystals after high pressure pressing // В сборнике: 14th International Congress for Applied Mineralogy (ICAM2019). Сер. "Springer Proceedings in Earth and Environmental Sciences", 2019. С. 239-243.

11. Соколенко И.В., Ястребинский Р.Н., Крайний А.А., Матюхин П.В., Тарасов Д.Г. Моделирование прохождения высокоэнергетических электронов в высоконаполненном полимерном композите // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. №6. С. 145-148.

12. Matyukhin P.V. Reaction of spot radioactive source with the energy of 661.7 keV on the modification in the structure of surface layer of metal composite material // Solid State Phenomena. 2020. T. 299 SSP. С. 107-111.

13. Матюхин П.В., Бондаренко Ю.М., Павленко В.И. Исследование микроструктуры поверхности композиционного материала на основе алюминиевой матрицы // Перспективные материалы. 2013. №6. С. 22-26.

14. Matyukhin P.V. The choice of iron-containing filling for composite radioprotective material // В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2018. С. 32.

15. Павленко В.И., Ястребинский Р.Н., Матюхин П.В., Ястребинская А.В. Снижение радиоактивных загрязнений поверхности стальных конструкций радиационно-защитного транспортного контейнера на основе железорудного сырья КМА // В сборнике: Региональная научно-техническая конференция по итогам конкурса ориентированных фундаментальных исследований по междисциплинарным темам, проводимого Российским фондом фундаментальных исследований и Правительством Белгородской области. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. 2017. С. 228-234.

16. Ключков Е.П., Павленко В.И., Матюхин П.В., Ястребинская А.В. Модифицирование природных минеральных систем для очистки воды от радионуклидов // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 6. С. 137.

17. Пат. 2197024 Российская Федерация, МПК G21F 1/04. Композиция для защиты от ионизирующих излучений / Прошин А.П., Володин А.А., Королев Е.В.; заявитель и патентообладатель: Пензенская государственная архитектурно-строительная академия - 2000111782/06; заявл. 11.05.2000; опубл. 20.01.2003, Бюл. № 2 – 5 с.

18. Пат. 2700578 Российская Федерация, МПК G21F 1/00. Способ радиационной защиты от ионизирующего излучения / Макаров В.В., Калаева С.З., Дубов А.Ю., Дубов Г.А., Маркелова Н.Л.; заявитель и патентообладатель: Общество с ограниченной ответственностью "Ферос" (ООО "Ферос") - 2018121238; заявл. 07.06.2018; опубл. 18.09.2019, Бюл. № 26 – 11 с.

19. Пат. 2107049 Российская Федерация, МПК C04B 28/0, C04B 28/04, C04B 24/20, C04B 24/04, C04B 22/04, C04B 14/06. Бетонная смесь / Александров Н.И., Комохов П.Г., Попик В.П., Никитенко В.А.; заявитель и патентообладатель: Центральный научно-исследовательский институт технологии судостроения - 95112616/04; заявл. 19.07.1995; опубл. 20.03.1998, Бюл. № 7 - 3 с.

20. Пат. 2176221 Российская Федерация, МПК C04B 28/06. Композиция для изготовления строительных изделий / Прошин А.П., Саденко С.М., Очкина Н.А.; заявитель и патентообладатель: Пензенская государственная архитектурно-строительная академия - 99123091/03; заявл. 01.11.1999; опубл. 27.11.2001, Бюл. № 33 - 6 с.

21. Пат. 2117645 Российская Федерация, МПК C04B 28/00, C04B 111/20. Бетонная смесь "бетоносил-с сорбирующий" / Александров Н.И., Ваучский М.Н., Ким Ю.А., Попик В.П., Заманский В.Я., Черногоров Ю.В.; заявитель и патентообладатель: Центральный

научно-исследовательский институт технологии судостроения - 96117551/03; заявл. 30.08.1996; опубл. 20.08.1998, Бюл. № 12 - 7 с.

УДК 621.1:531.3

Сабиров Р.И., Маслов И.Н.

*Научный руководитель: Москаленко Н.И., д-р физ.-мат. наук, проф.
Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, Россия*

СУХОЕ ТРЕНИЕ В ПРИМЕРЕ ПЭНЛЕВЕ-КЛЕЙНА

Понятно, что в динамике механических систем есть дилемма учёта сил трения, означающий, что применение закона «сухого» трения Кулона при определении движения некоторых систем подводит к разногласию с законами динамики, названный парадоксом Пэнлеве. Самым исследуемым и многократно анализируемым, является пример Пэнлеве-Клейна, рассматриваемый авторами во многих других работах [1-3]. В исследованиях рассматривались причины отсутствия или двойственности решения уравнений динамики в парадоксальной области параметров системы при применении проб и ошибок закона «сухого» трения Кулона в случае Пэнлеве-Клейна. Представлено, что ею представляется не отвлеченное в ньютоновской механике от деформируемости тел, как правильно рассматривается, а взаимосвязь давления движущихся тел на связь и, таким образом, трения от их ускорения, сделанная конструктивными возможностями и параметрами механизмов в данных примерах. Далее все вышеперечисленное подводит к несостыковке аксиомы независимости действия сил динамики и, в последующем, нарушение принципа Даламбера–Лагранжа.

Изучаем малознакомую и намного трудную задачу динамики эллиптического маятника с двумя степенями свободы, хорошо исследованную великим механиком родом из Франции П. Аппелем в собственном трактате по теоретической механике, чтобы доказать найденную при помощи парадокса Пэнлеве. Грузик М и ползун М1 одной массы m связаны жёстким прутком малой массы. Данная система ММ1 движется по вертикальной плоскости при помощи сил тяжести. Но точка М движется по направляющей с двумя сторонами с коэффициентом трения f , вдоль которой направляется ось x .

Рассмотрим закономерность, как и в примере Пэнлеве-Клейна, который приводит к несостыковке принципа Даламбера-Лагранжа.

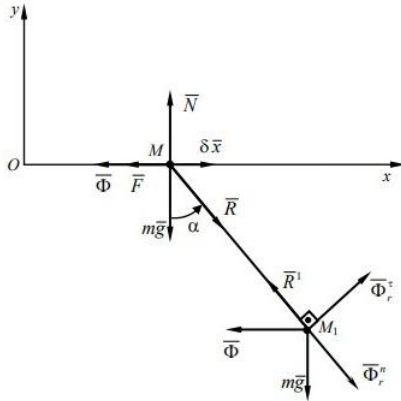


Рис. 1

Из предыдущего неравенства имеем

$$f \cos \alpha^2 > \sin \alpha \cos \alpha$$

и

$$f(\cos \alpha^2 + 1) > \sin \alpha \cos \alpha.$$

Поэтому, числитель и знаменатель в формуле в начальный момент имеют знаки плюс и нет разногласий. Следовательно, относительное касательное ускорение равно

$$|a_r^r| = l|\ddot{a}| = \frac{(2g + l\ddot{a}^2 \cos \alpha)(f \cos \alpha - \sin \alpha)}{f \sin \alpha \cos \alpha - 1 - \sin \alpha^2},$$

где правая часть также положительна при выбранных на рисунке направлениях сил инерции, силы трения и нормальной реакции \bar{N} . При $N_y < 0$ стержень должен быть не растянут, а сжат. Следовательно, реакция стержня \bar{R} будет направлена вверх и начальное движение ползуна из состояния покоя может быть только влево. Векторы силы инерции ползуна и силы трения сменят при этом направления на противоположные [4, 5]. В этом случае наблюдаются отклонения от принципа Даламбера для нижней точки при любом соотношении между коэффициентом трения f и α_0 . Поэтому этот случай исключается из рассмотрения, как физически неосуществимый. Таким образом, в рассмотренном случае нарушается принцип Даламбера-Лагранжа только при определении нормальной реакции \bar{N} . В то же время при

$$f \sin \alpha \cos \alpha < 1 + \sin \alpha^2$$

равенство, выражающее принцип Даламбера Лагранжа, не нарушается.

Так, это доказывает, что проявление «парадокса» в рассматриваемом механической системе переплетено с попаданием

давящей на ползун силы в конус трения. Понимая, что условия, определяющие «парадоксальную» область отсутствия, либо двойственности решения в задаче определения движения системы, имеет механический смысл и равноценно условию попадания падающей на ползун силы в конус трения покоя и, таким образом, условию покойного состояния ползуна. Таким образом находится решения вопроса, как при равноценных условиях «парадокс» образуется и образуется при иных данных с очень маленьким коэффициентом трения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Хакимуллина Л.Ш. О некоторых особенностях учета сил трения в динамике механизмов // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2014. № 1-2. С. 96-101. EDN SAWUSV.

2. Хакимуллина Л.Ш. О проблеме учета эмпирического закона "сухого" трения в динамике эллиптического маятника // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2016. № 3-4. С. 62-67. EDN WFAFBV.

3. Хакимуллина Л.Ш. Интерактивные методы обучения применительно к дисциплине "Теоретическая механика" // Вестник Казанского государственного энергетического университета. 2014. № S. С. 288-295. EDN RHJED.

4. Хакимуллина, Л. Ш. К вопросу о причине парадокса в примере Пэнлеве–Клейна // XI Всероссийский съезд по фундаментальным проблемам теоретической и прикладной механики: сборник докладов, Казань, 20–24 августа 2015 года / Составители: Д.Ю. Ахметов, А.Н. Герасимов, Ш.М. Хайдаров; ответственные редакторы: Д.А. Губайдуллин, А.И. Елизаров, Е.К. Липачев. – Казань: Казанский (Приволжский) федеральный университет, 2015. – С. 3972-3973. – EDN UXGYQP.

5. Khakimullina L.S. The Method of Calculating the Optimal Shape of the Electrode-Tool for Electrochemical Treatment of Gas Turbine Engine Blades // Key Engineering Materials. 2022. Vol. 910 KEM. P. 290-295. DOI: 10.4028/p-avs01f. EDN MBPYMO.

Саввин Н.Ю., Чубук А.А.

*Научный руководитель: Рамазанов Р.С., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ СОСТОЯНИЯ ЖИДКОСТИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Ни одно предприятие не может функционировать без подачи воды. Вода на промышленных предприятиях необходима на хозяйственно-питьевые нужды, на пожаротушение, а также для проведения технологических процессов. Количество и качество технической воды, необходимое каждому предприятию, определяется масштабом и характером его технологических процессов. В свою очередь, эффективность работы любого промышленного предприятия во многом зависит от организации снабжения его водой требуемых параметров.

Соответствующими свойствами используемой воды и ее расходами, а также сооружением эффективных систем водоснабжения в значительной степени определяется качество и себестоимость выпускаемой продукции. Подача неподготовленной воды приводит к появлению брака, перерасходу топлива и электроэнергии, снижению производительности технологического оборудования и аварийному выходу из строя их элементов.

Для обеспечения надежного и качественного снабжения предприятий водой на каждом из них создается специальная система водоснабжения.

Известно, что все вещества состоят из движущихся и взаимодействующих молекул. Параметры, характеризующие термодинамическое состояние, покой или движение среды, считаются при этом непрерывно изменяющимися по всему объему.

Для выбора эффективных моделей при решении различных вопросов необходимо знать истинные свойства жидкостей и газов. От полноты учета этих свойств зависит получение физически реальных теоретических результатов и обоснованное определение границ их применимости.

Жидкость рассматривается как деформируемая система материальных частиц, непрерывно заполняющая пространство, в котором она движется, т.е. предполагается, что в жидкости нет пустот и разрывов, все характеристики жидкости являются непрерывными

функциями, имеющими непрерывные производные по всем своим аргументам.

Плотность – это отношение массы к объему, занимаемому этой массой. Плотность в системе СИ измеряется в $\text{кг}/\text{м}^3$ и обозначается буквой ρ , для воды плотность равна $1000 \text{ кг}/\text{м}^3$. Плотность разных материалов и жидкостей различна, и зачастую зависит от температуры и давления в системе. Плотность жидких веществ (вода, растворы и т.д.) при изменении давления почти остается постоянной, а у газов изменяется в зависимости от числа молекул в объеме и массы молекулы, а также от средней квадратичной скорости поступательного движения молекул.

Давление обусловлено взаимодействием молекул рабочего тела (далее РТ) с поверхностью и численно равно силе, действующей на единицу площади поверхности тела по нормали к последней. В соответствии с молекулярно-кинетической теорией давление газа определяется соотношением

$$p = 2/3 \cdot n \cdot m c^2 / 2, \quad (1)$$

где n – число молекул в единице объема; m – масса молекулы; c^2 – средняя квадратичная скорость поступательного движения молекул.

В Международной системе единиц (СИ) давление измеряется в паскалях ($1 \text{ Па} = 1 \text{ Н}/\text{м}^2$). Поскольку эта единица мала ($1 \text{ кг}/\text{см}^2 = 1 \text{ атм} = 98066,5 \text{ Па}$), удобнее использовать $1 \text{ кПа} = 1000 \text{ Па}$ и $1 \text{ МПа} = 10^6 \text{ Па}$, т.е. $1 \text{ кг}/\text{см}^2 = 1 \text{ атм} = 0,1 \text{ МПа}$.

Давление измеряется при помощи манометров, барометров и вакуумметров. Жидкостные и пружинные манометры измеряют избыточное давление, представляющее собой разность между полным или абсолютным давлением p измеряемой среды и атмосферным давлением $p_{\text{атм}}$:

$$p_{\text{изб}} = p - p_{\text{атм}}. \quad (2)$$

Приборы для измерения давления ниже атмосферного называются вакуумметрами; их показания дают значение разрежения (или вакуум)

$$p_v = p_{\text{атм}} - p, \quad (3)$$

т.е. избыток атмосферного давления над абсолютным.

Следует отметить, что параметром состояния является абсолютное давление. Именно оно входит в термодинамические уравнения.

Температура – есть мера интенсивности теплового движения молекул. Ее численное значение однозначно связано с величиной средней кинетической энергии молекул вещества:

$$E = 3/2 k T. \quad (4)$$

где k – постоянная Больцмана, равная $1,380662 \cdot 10^{-23} \text{ Дж}/\text{К}$. Температура T , определенная таким образом, называется абсолютной.

В системе СИ единицей измерения температур является кельвин (К); на практике широко применяется градус Цельсия (°С). Соотношение между ними имеет вид:

$$T, K = t, ^\circ C + 273,15. \quad (5)$$

Удельный объем v – это объем единицы массы вещества, м³/кг. Если однородное тело массой M занимает объем V , то по определению:

$$v = 1/\rho. \quad (6)$$

где ρ – плотность газа, кг/м³.

Для сравнения величин, характеризующих системы в одинаковых состояниях, вводится понятие «нормальные условия»:

- физические: $p = 760$ мм рт.ст. = 101,325 кПа; $T = 273,15$ К;

- технические: $p = 735,6$ мм рт.ст. = 98 кПа; $t = 15^\circ C$.

Сжимаемость жидкости проявляется при очень больших давлениях, имеющих величину порядка 20 000 атм. Известно, что если взять объем жидкости при нормальных условиях и приложить давление 20 000 атм, то первоначальный объем жидкости уменьшится в 2 раза.

Коэффициентом сжимаемости жидкости называется величина

$$\beta_w = - \frac{1}{w} \cdot \frac{\Delta w}{\Delta p}. \quad (7)$$

Как методы использования жидкости на нужды производства, так и определение требуемых для производства количеств и качеств всецело зависят от характера технологического процесса. Жидкость используется в производстве для весьма разнообразных целей. В качестве основных категорий производственного водопотребления могут быть названы: использование жидкости, а именно воды для охлаждения, для промывки, замочки, увлажнения, для парообразования, для гидротранспорта, в составе производимой продукции и т. д.

Использование воды для охлаждения имеет масштабы, значительно превосходящие масштабы всех остальных видов потребления, причем удельный вес этой категории в общем объеме производственного водоснабжения продолжает расти. К этой категории относятся расходование жидкости для конденсации пара, отходящего от паровых турбин электростанций, и использование её для охлаждения различных печей, машин и аппаратуры (металлургическая, нефтеперерабатывающая, химическая промышленность и др.). Вода для промывки, замочки и т.п. расходуется в больших количествах на нужды бумажной, целлюлозной, шерстеобрабатывающей, текстильной промышленности, промышленности искусственного волокна и др.

Следует отметить, что ряд современных производственных потребителей предъявляет к качеству используемой воды столь высокие

требования, что им не может удовлетворять ни один природный источник водоснабжения. Эти требования могут быть выполнены только в результате искусственной обработки воды. К таким производственным потребителям относятся, например, современные паровые котлы высокого давления, промышленность полупроводников и др. Режим расходования воды на производственные нужды определяется режимом работы промышленного предприятия и методами использования воды. В некоторых случаях (в частности, при использовании воды для охлаждения) расходование воды идет почти равномерно в течение суток. Иногда вода расходуется периодически для наполнения в заданное время различных баков, ванн и т. п. Кроме изменения интенсивности расходования воды в течение суток, в ряде случаев для производственного водоснабжения необходимо учитывать отмеченные выше сезонные колебания водопотребления.

Таким образом, следует отметить, что в настоящее время многие свойства жидкостей широко используются в промышленности и технике. Например, свойство жидкости повышать давление во всем своем объеме используется в грузоподъемных машинах с гидравлическим приводом. Но необходимо и дальнейшее глубокое изучение теории жидкого состояния вещества. Так, актуальность изучения потока вскипающей жидкости связана с запросами атомной энергетики, с проблемой безопасности энергетических установок.

Особый интерес к изучению физико-химических процессов в жидком состоянии связан с тем, что мы сами на 90% состоим из воды, самой распространенной жидкости на Земле. И все жизненно важные процессы в животном и растительном мире происходят в жидкости, а именно в воде. Поэтому изучение этого состояния вещества важно и актуально для всех людей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Максимов В.М.// Подземная гидромеханика. – г. Москва «Недра» - 1993 г. – с.20-23
2. Кречко А.В. // Гидромеханика. – г. Шахты – 2006г. – с.6-8
3. Жаркова Г.М. // Теплофизика и аэромеханика. – 2015 г. - № 134 – с.5-7
4. Накоряков В.Е.//Физика газов и жидкостей. Термодинамика и статическая физика – 2013 г. - № 32 – с.13
5. Кущев, Л. А. Компьютерное моделирование движения теплоносителя в гофрированном канале пластинчатого теплообменника

/ Л. А. Кушев, В. Н. Мелькумов, Н. Ю. Саввин // Научный журнал строительства и архитектуры. – 2020. – № 4(60). – С. 51-58. – DOI 10.36622/VSTU.2020.60.4.005. – EDN QEMGOY.

УДК 004.424

Самойлова Е.А., Гринченко А.С.

Научный руководитель: Бондаренко Т.В., ст. преп.

*Белгородский государственный технологический университет
им. В. Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ИНВЕНТАРЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ИГР В UNITY НА ПРИМЕРЕ ЖАНРА «ФЕРМА»

Экран инвентаря является одним из самых часто используемых экранов в современных компьютерных играх. Инвентарь – это важная часть пользовательского интерфейса, представляющая собой хранилище предметов, с которыми может взаимодействовать игрок без выхода из уровня или игровой сессии. Каждый жанр имеет различные требования к внешнему виду и функционалу системы хранения объектов. Тем не менее, любой инвентарь должен быть удобным и информативным, а скорость доступа к предметам в нем – высокой. Индустрия видеоигр постоянно развивается, и совершенствование методов проектирования и разработки элементов пользовательского интерфейса является актуальной задачей в настоящее время. В данной статье рассмотрены и проанализированы различные подходы к проектированию системы хранения предметов при разработке игр в кроссплатформенной среде Unity на примере жанра «Ферма».

«Ферма» несмотря на общую простоту игрового процесса, выделяется среди множества компьютерных игр как наиболее сложная с точки зрения функциональности инвентаря. Это позволяет с разных сторон рассмотреть существующие методы разработки.

Сюжет предполагает такие действия игрока как посадка семян, сбор урожая и животных ресурсов, рыбалка, добыча строительных материалов: камней и древесины, торговля, кормление домашнего скота, создание новых предметов, бой (при наличии в игре агрессивных мобов). Эти действия сопровождаются добавлением объектов с различными свойствами в инвентарь и удалением из него. Помимо этого, некоторые механики выполняются только при помощи инструментов, которые тоже могут храниться в инвентаре. Торговля с NPC сопровождается взаимодействием с другим инвентарем. Покупка

и продажа предметов может так же происходить и в магазине. Магазины необходим свой отличный от хранилища игрока интерфейс. Из-за того, что инвентарь игрока имеет ограниченное количество слотов, при наличии широкого ассортимента предметов в игре должны существовать внешние хранилища: сундуки, бочки и т.д.

Объектная декомпозиция системы хранения и оборота предметов в игре может выглядеть, как показано на рисунке (Рис. 1):

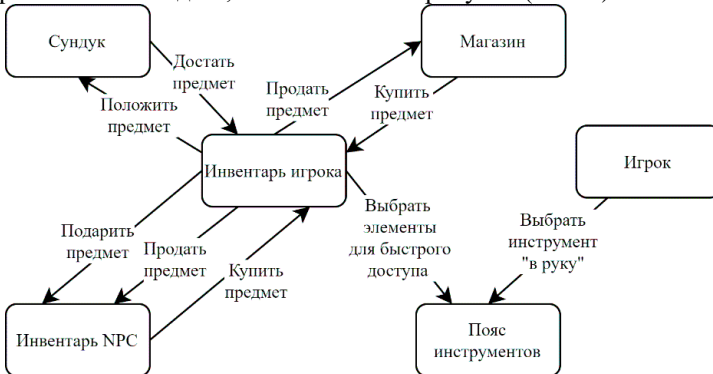


Рис. 1 Объектная декомпозиция системы хранения и оборота предметов

Первый объект, от устройства которого будет зависеть дальнейший вид всей системы - это предмет. Проблема разработки данного объекта заключается в том, что инвентарь может принимать только объекты одного типа данных, в то время как ассортимент предметов в игре широк и каждый предмет имеет свои свойства и возможности. При проектировании данного элемента можно использовать наивный подход – определить один единственный класс, который будет содержать поля, определяющие все его характеристики. Однако, у такого подхода множество недостатков. Память расходуется неэффективно. Например, объектам, представляющим инструменты и животные ресурсы, не нужно поле содержащее информацию о времени роста, необходимое семенам. Нарушается принцип DRY. Чтобы игрок мог задействовать какой-либо инструмент из инвентаря, придется каждый раз проверять, что это за объект. Понизится читаемость кода, и увеличится время его исполнения.

Исключить проверки при действиях, связанных с предметом в руке игрока может помочь метод компонентно-ориентированного программирования. Компонентно-ориентированное программирование - это подход к разработке ПО, основанный на использовании слабо связанных независимых программных компонентов в единой

программной системе. Компонент - это самостоятельный программный продукт, который соответствует определенной компонентной модели и может сочетаться с другими компонентами без изменения своих свойств [1]. Компоненты выступают в роли хранилища свойств и набора методов. Так же объемный компонент может хранить в себе набор других компонентов. В данном случае за каждым предметом закрепится компонент содержащий метод – действие ToolAction action, которое выполняется с помощью данного объекта (Рис. 2). Использование подхода предусматривает создание единого для всех действий игрока контроллера.

Однако, КОП не решает проблему лишних полей в условии необходимого приведения всех объектов к одному типу данных для хранения в одном контейнере. Проблемы такого рода, возникающие в процессе проектирования игр решаются при помощи объектно-ориентированного подхода. Объектно-ориентированное программирование (ООП) - это парадигма программирования, основанная на концепции объектов, которые могут содержать данные и код. Данные представлены в форме полей (часто называемых атрибутами или свойствами), а код представлен в форме процедур (часто называемых методами) [2]. Основными принципами подхода являются абстракция, инкапсуляция, полиморфизм и наследование. Принцип наследования позволяет определить объект Item как родителя множества различных типов предметов. Тогда поля, не являющиеся универсальными для всех объектов, инкапсулируются в соответствующих классах-наследниках.

Специфика языка Unity C# требует комбинирования методов [3]. Очевидно, что сложные системы классов на практике не могут быть реализованы с применением только одного подхода к проектированию. И разработка инвентаря не исключение. Объединение КОП и ООП, позволяет получить гибкую, легко расширяемую модель системы предметов.

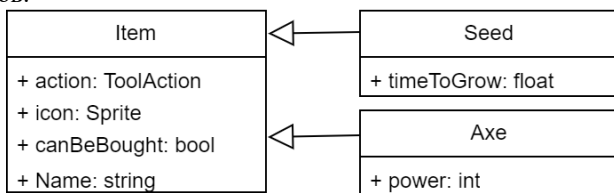


Рис. 2 Структура предмета при применении КОП и ООП

Инвентарь игрока, пояс инструментов, магазин и инвентарь NPC - имеют схожее внутреннее и внешнее устройство. Все элементы

представляют собой контейнеры предметов [4]. Отличаются возможности и условия перемещения объектов. Например, в поясе инструментов игрок не может передвигать ресурсы, но может выделять объект, который должен находиться «в руке», так как данное хранилище необходимо для быстрого доступа. При перетягивании ресурсов между ячейками собственного инвентаря, игрок не меняет их количество. Если же предмет будет перемещен в соответствующий слот магазина, он будет продан. Подходящим вариантом разработки системы подобной структуры является определение родительского класса – `ItemPanel`, с необходимым количеством наследников. Проблема чистого наследования с переопределением всех методов кроется в том, что некоторые методы представляют собой громоздкие алгоритмы, которые отличаются лишь некоторыми деталями. Возникает дублирование кода.

Уместным решением является применение шаблонного метода (Рис.3). Шаблонный метод (Template Method) определяет общий алгоритм поведения подклассов, позволяя им переопределить отдельные шаги этого алгоритма без изменения его структуры [2]. При таком подходе не требуется переопределять все методы как абстрактные, если в этом нет необходимости. Возможно добавление реализации метода в родительский класс по умолчанию.

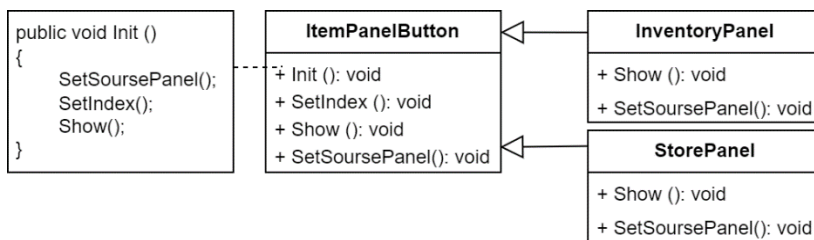


Рис. 3 Шаблонный подход

В основе всех перечисленных выше объектов хранения лежит слот или кнопка. Слот является непосредственным объектом графического интерфейса, отображающим ячейку внутреннего контейнера. Можно предположить, что внешний вид пояса инструментов, инвентаря игрока и инвентаря NPC, мало чем отличается. Но магазин требует своего собственного дизайна. Например, каждый слот должен предоставлять информацию о стоимости товара. В данном случае также возможно применение принципа наследования, создания индивидуальных собственных слотов для каждого вида хранилища. Таким образом, будут образованы отдельные классы для кнопок инвентарей и различных магазинов. Такой подход не помешает взаимодействию

разных хранилищ. При небольшом количестве различий между разными кнопками можно отказаться применения наследования. Unity позволяет редактировать отображение объектов пользовательского интерфейса прямо в графическом редакторе [5].

Рассмотренные в статье подходы к разработке системы инвентаря помогают сформировать качественный сопровождаемый пользовательский интерфейс. Описанные методы могут быть адаптированы для видеоигры любой тематики, сюжет которой предусматривает хранение и использование каких-либо ресурсов или трофеев.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Habr. Введение в компонентно-ориентированный подход к программированию [Электронный ресурс]. – URL: <https://habr.com/ru/articles/243479/> (дата обращения: 03.04.2022)

2. Гамма, Э., Паттерны объектно-ориентированного проектирования / Э. Гамма, Р. Хелм, Р. Джонсон, Дж. Влиссидес. – СПб.: Питер, 2022. – 448 с.

3. Колесников, В.Д., Разработка компьютерных игр с помощью игровых движков / В.Д. Колесников, Т.В. Бондаренко // XIV Международный молодежный форум «Образование. Наука. Производство»: сб. ст. – Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова, 2020. – С. 1888-1894.

4. Бонд, Д.Г., Unity и C#. Геймдев от идеи до реализации / Д.Г. Бонд. – СПб.: Питер, 2019. – 928 с.

5. Unity. Documentation [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.unity3d.com/ru/530/Manual/UnityManual.html> (дата обращения: 03.04.2022)

Сенин А.А., Верещагина Н.В.

*Научный руководитель: Юмашева Т.М., канд. хим. наук
ООО «Объединенный центр исследований и разработок» (ООО «РН-ЦИР»),
г. Москва, Россия*

ЧАСТИЧНО ГИДРОЛИЗОВАННЫЙ ТРИМЕТИЛАЛЮМИНИЙ КАК АКТИВАТОР КАТАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ОЛИГОМЕРИЗАЦИИ ЭТИЛЕНА

Активаторами катализаторов олигомеризации и полимеризации этилена являются алюминийорганические соединения, в частности метилалюмоксан (МАО), представляющий собой смесь продуктов гидролиза триметилалюминия (ТМА) переменного состава, который зависит от способа получения и условий хранения. Реакция гидролиза ТМА проходит со значительным экзотермическим эффектом, поэтому ее обычно проводят при пониженных температурах. Альтернативным вариантом процесса является использование в качестве источника воды кристаллогидратов неорганических солей ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$, $\text{LiCl} \cdot \text{H}_2\text{O}$). При любом способе синтеза в конечном продукте помимо метилалюмоксана всегда присутствует значительное количество непрореагировавшего триметилалюминия как в «свободном», так и в «ассоциированном» виде [1].

Ранее нами было показано, что добавление раствора триметилалюминия к раствору коммерчески доступного метилалюмоксана приводит к увеличению производительности процесса олигомеризации и снижению побочного полимерного продукта [2]. В результате было определено оптимальное молярное соотношение между алюминийорганическими соединениями – коммерческим МАО и добавленным ТМА. Использование различных партий метилалюмоксана одного и того же производителя (Sigma Aldrich) показало, что ранее определенное соотношение активатора и соактиватора в каталитической системе не дает стабильных результатов производительности и селективности процесса. Для выявления проблемы с воспроизводимостью экспериментальных данных был проведен анализ состава коммерчески доступных 10 %-ных растворов метилалюмоксана в толуоле производства Sigma Aldrich различных партий (МАО-1 – МАО-3) методами спектроскопии ядерного магнитного резонанса (ЯМР) и атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-АЭС). Полученные данные представлены на рисунке 1 и в таблице 1.

Таблица 1 – Рассчитанные концентрации «свободного» триметилалюминия и метилалюмоксана в коммерческих образцах 10%-ных растворов MAO производства Sigma Aldrich по данным ЯМР и ИСП-АЭС

Образцы MAO	Концентрация «свободного» TMA, ммоль/мл	Концентрация метилалюмоксана, ммоль/мл	Мольное соотношение «свободный» TMA / метилалюмоксан в растворе MAO
MAO-1	0,49	0,81	1:1,65
MAO-2	0,26	0,87	1:3,35
MAO-3	0,32	2,07	1:6,47

Определено, что коммерчески доступные образцы растворов MAO отличаются не только соотношением «свободного» триметилалюминия к метилалюмоксану, но и общей концентрацией алюминия в растворе. Таким образом, при использовании доступных на рынке растворов MAO каждая новая партия требует предварительного анализа и экспериментальной проверки активирующей способности. При этом с целью рационального использования сырья необходимо вносить поправки в загрузки активаторов для приготовления каталитической системы, что является нетехнологичным.

Для получения активатора стабильного состава нами были синтезированы растворы частично гидролизованного триметилалюминия (MAO-4 – MAO-6). В качестве гидролизующего агента был использован моногидрат хлорида лития ($\text{LiCl} \cdot \text{H}_2\text{O}$), позволяющий достигать конверсию TMA до 90 % [3]. Проведены исследования по подбору оптимальных условий реакции гидролиза: температура (от -15 до +45 °C), время контакта с источником воды (от 17 до 45 ч), мольное соотношение триметилалюминия и $\text{LiCl} \cdot \text{H}_2\text{O}$ (от 0,5 до 2). Контроль состава полученных образцов проводили методами ЯМР и ИСП-АЭС.

Растворы активатора (MAO-4 – MAO-6) были испытаны в процессе селективной олигомеризации этилена на дифосфиновом комплексе хрома (рис. 2) при температуре 70 °C, давлении 30 бар и при общем соотношении $[\text{Cr}]:[\text{Al}] = 1:1300$ (табл. 2) в среде циклогексана.

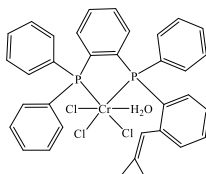


Рис. 2. Дифосфиновый комплекс селективной олигомеризации этилена

Таблица 2 – Показатели процесса олигомеризации этилена

Партия MAO	Производительность, кг/ГСг·ч	Полимер, % масс.	Селективность, % масс.	
			C ₆	C ₈
MAO-4	1600	0,02	93,3	3,6
MAO-5	1600	0,1	93,3	3,5
MAO-6	3300	0,1	93,6	2,8

По итогам испытаний каталитических систем, полученных на основе синтезированных частично гидролизованных растворов триметилалюминия, определены условия проведения гидролиза раствора триметилалюминия, позволяющие получить активатор для проведения процесса олигомеризации этилена на дифосфиновом комплексе с производительностью до 3300 кг/ГСг·ч и селективностью по 1-гексену не менее 93 %, с содержанием полимера менее 0,1 %, что сопоставимо с показателями системы при использовании коммерчески доступного раствора MAO при добавлении к ним раствора триметилалюминия в качестве сокатализатора. Таким образом, раствор разработанного состава способен стать импортозамещающей альтернативой коммерческому продукту для использования в составе каталитической системы процесса олигомеризации этилена.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Tritto I., Sacchi M.C., Locatelli P., etc. // Low-temperature ¹H and ¹³C NMR investigation of trimethylaluminium contained in methylaluminumoxane cocatalyst for metallocene-based catalysts in olefin polymerization // *Macromol. Chem. Phys.* 1996. Vol. 191. P. 1537–1544.
2. Cheredilin D.N., Sheloumov A.M., Senin A.A., etc. // Catalytic systems for production of 1-hexene by selective ethylene trimerization // *Petroleum Chemistry*. 2020. Vol. 60. № 1. P. 55–68.
3. Patent US5427992A. Process for preparing solutions of oligomeric methylaluminumoxanes / Graefe J., Gurtzgen S., Muller K.H. 1992.

УДК 691.311:614.876

Серебряков С.В.

*Научный руководитель: Клименко В.Г., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ ОТ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ С ДОБАВЛЕНИЕМ ТЯЖЕЛЫХ СТЕКЛОВИДНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ

В связи с повышением интереса к атомной энергетике возникла потребность в эффективных, дешевых и легко реализуемых в производстве радиационно-защитных материалах. Таких как композиционных материалах на основе вяжущих с добавлением наполнителей способных сдерживать ионизирующее воздействие продуктов ядерного распада.

На сегодняшний день в области радиационно-защитного материаловедения используются такие традиционные материалы как: железосодержащие и вольфрамсодержащие (ослабляют потоки фотонного излучения); свинецсодержащие (ослабляют фотонное излучение); борсодержащие (поглощают тепловые нейтроны); тяжелые и серпентинитовые бетоны (наиболее широко распространенный строительный радиационно-защитный материал); гидриды металлов [1]. В последнее время интересным и перспективным направлением в области радиационно-защитного материаловедения является разработка новых видов композиционных материалов с железосодержащими наполнителями.

Целью работы является определение наиболее перспективного направления разработки в области создания современных композиционных радиационно-защитных материалов, способных обеспечить необходимый уровень биологической защиты при эксплуатации вышеперечисленного оборудования.

Зачастую одной из главных проблем в области композиционных материалов на основе вяжущих является сложность в утилизации, в виду высоких прочностных характеристик и большому объему из-за невозможности выборочно удалять наиболее облученную область материала без потери конструкционных характеристик. Эту проблему частично помогут решить дополнительные блоки композиционных материалов с пониженной прочностью, но более высокими радиационно-защитными свойствами. Компромиссным материалом в

качестве вяжущего способным удовлетворить эту потребность может выступить гипс с добавлением тяжелых металлических наполнителей.

Одним из распространенных материалов для радиационной защиты является свинец и его соединения. Данные материалы крайне эффективно сдерживают радиоактивное излучение и подавляют коротковолновое электромагнитное излучение, к тому же соединения свинца довольно широко распространены и имеют относительно не высокой стоимостью. Однако у данного элемента и его соединений есть недостаток в виде крайней токсичности и способности постепенно выделяться из материалов, в составах которых свинец играет ключевую роль [4].

Согласно нормам, утвержденным в Российской Федерации, предельно допустимая концентрация для свинца и его соединений в воздухе на производственных предприятиях – 0,01 мг/м³, а среднесменная концентрация - 0,007 мг/м³. Что делает свинец веществом I класса опасности [5].

На ряду со снижением пагубного воздействия производства одной из основных задач при создании радиационно-защитного материала является оптимизация состава материала для получения оптимальных свойств при низких экономических затратах. Что не исключает того, что к радиационно-защитным материалам предъявляется ряд требований, позволяющих работать с максимальной защитой, такие как конструкционная прочность материала, радиационная и термическая стойкость материала, химическая инертность, высокая теплопроводность, низкий коэффициент линейного расширения [6].

В качестве наполнителей можно использовать материалы, включающие в свой состав значительный процент металлов по массе, например железо-свинцово-боратные стекла [7].

Ожидается, что аморфные свинцово-боратные структуры с кристаллической железосодержащей фазой найдут широкое применение в качестве наполнителя за счет высоких показателей сдерживания ионизирующего излучения.

Композиционные материалы на основе гипсовых вяжущих представляют наибольший научно-технический интерес в виду простоты и дешевизны производства, а так же низкой массы и возможности использовать огромное количество наполнителей с минимальными ограничениями. Поэтому одним из главных направлений в разработке радиационно-защитных композиционных материалов является создание структур на основе гипса и тяжелых наполнителей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Павленко В.И., Матюхин П.В. Теплоизоляционный бесцементный бетон из вторичных минеральных ресурсов // Строительные материалы. 2005. №8. С. 22-25.
2. Матюхин П.В., Косов А.В. Композиционные материалы для защиты от космической радиации // В сборнике: Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова, Белгород: Изд-во БГТУ, 2016. С. 583-587.
3. Ястребинский Р.Н., Павленко В.И., Матюхин П.В., Воронов Д.В., Павленко З.В., Самойлова Ю.М. Конструкционные радиационно-защитные композиционные материалы на основе модифицированных железорудных пород КМА// В сборнике: Региональная научно-техническая конференция по итогам конкурса ориентированных фундаментальных исследований по междисциплинарным темам, проводимого Российским фондом фундаментальных исследований и Правительством Белгородской области. Белгородский государственный технологический университет им. В.В. Шухова. 2015. С. 491-499.
4. Бобкова Н.М. Легкоплавкие стекла на основе свинцово-боратных систем // Стекло и керамика. 2009. №6. С. 12–15.
5. ГОСТ 12.1.005-88. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.– М.: Изд-во стандартов, 1988. – 78 с.
6. Машкович В.П. Основы радиационной безопасности: учеб. пособие для вузов / В. П. Машкович, А. М. Панченко. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 176 с.
7. Немилев С.В., Романова Н.В. Изучение вязкости стекол системы РbO – B₂O₃ в области температур размягчения и отжига // Неорганические материалы. 1969. Т.5. (№7). – С. 1247.

УДК 536.628.2

*Скорородова М.Р., Саввин Н.Ю., Гаручава М.Ю.
Научный руководитель: Булгаков С.Б., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ГЕТЕРОГЕННЫЕ СИСТЕМЫ В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ

Многофазные гетерогенные системы широко распространены как в природе, так и в технике. В обычных условиях - это пылевые бури,

дождь с ветром, движение пылегазовых выбросов вулканического вещества в атмосфере. В технических процессах, связанных с теплоэнергетикой и, в частности, с теплогазоснабжением и вентиляцией производственных и жилых сооружений, многофазные потоки наблюдаются в котельных установках при сжигании твердого и жидкого топлива в топках, при движении парожидкостных потоков в системах парогенераторов и отопления, при движении пылегазовых выбросов в системах пылегазоочистки и т.д.

Совокупность всех однородных по составу и физико-химическим свойствам частей гетерогенной системы, отделенной четкой и определенной поверхностью раздела, называется фазой.

Могут быть гетерогенные системы, в которых разные фазы находятся в одном и том же агрегатном состоянии. Например, три несмешивающиеся между собой жидкости: бензол, вода и ртуть

Трехфазной гетерогенной системой, состоящей из одного химического вещества, является, например, сосуд, частично заполненный водой, в которой плавают кусочки льда, а над поверхностью жидкости находятся водяные пары.

При протекании гетерогенного процесса наряду с чисто химическими стадиями существуют и диффузионные стадии, поэтому для управления гетерогенными процессами важна идентификация лимитирующей стадии.

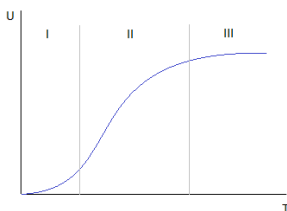


Рис. 1 Лимитирующая стадия

Для идентификации лимитирующей стадии исследуются зависимость скорости реакции от температуры. На этой зависимости можно выделить три области:

1. Скорость процесса возрастает с ростом температуры и выполняется закон Аррениуса. Кинетическая область протекания процесса, управляющими являются микрокинетические параметры — T, P, C .

2. Переходная область. Скорость растет с увеличением температуры, но закон Аррениуса не соблюдается. Здесь управляющие и макрокинетические, и микрокинетические факторы, но интенсивность

их воздействия на процесс меньше, чем соответствующие области протекания. С точки зрения протекания реакции переходная область менее перспективна, но следует учитывать, что по ходу гетерогенного процесса она может переходить из одной области в другую, поэтому для предотвращения перехода изменение одного из микрокинетических параметров обычно сопровождается изменением какого либо макрокинетического параметра.

3. Скорость процесса практически не зависит от температуры – диффузионная область. Энергия активации диффузии падает и соответственно изменение температуры не приводит к изменению коэффициента диффузии и величина скорости изменяется незначительно. Управляющие здесь параметры – макрокинетические, связанные со скоростью подачи реагентов, степенью перемешивания и диспергирования реагентов. В этой области в соответствии со скоростью диффузии по первому закону Фика, управляющим параметром является концентрация реагентов, но отличительным признаком диффузионной области является первый порядок реакции по компоненту независимо от порядка реакции или молекулярности реакции.

Многие гетерогенные процессы не связаны с химическими реакциями и основаны только на физико-химических явлениях. К таким процессам можно отнести испарение без изменения состава, конденсацию, перегонку, растворение, экстракцию и т. п.

Химические гетерогенные процессы включают в качестве этапа химические реакции, которые идут в одной из фаз после перемещения туда реагентов или на поверхности раздела фаз.

Важными технологическими показателями промышленных процессов служат равновесный выход продукта, определяемый равновесием при данных условиях и фактический выход продукта, определяемый как равновесием, так и скоростью процесса. Определение максимального равновесного выхода продукта гетерогенных процессов и возможностей его повышения основано на анализе равновесия в данной гетерогенной системе. На гетерогенные равновесия влияют температура, давление, концентрации реагентов и продуктов реакции. Равновесие гетерогенных процессов определяется константой равновесия химических реакций, законом распределения компонентов между фазами и правилом фаз. Равновесные концентрации компонентов в соприкасающихся фазах определяются законом распределения вещества, который устанавливает постоянное соотношение между равновесными концентрациями вещества в двух фазах системы при определенной температуре. Постоянство

соотношений не нарушается при изменении начальной концентрации компонента или общего давления в системе. На законе распределения основаны такие промышленные процессы, как абсорбция газов жидкостями, десорбция газов, экстрагирование. Частные случаи закона распределения для равновесий в системе Ж-Г известны под названием законов Генри и Рауля. Равновесие фаз определяется правилом фаз. На основании правила фаз производят расчеты фазовых равновесий в различных гетерогенных системах и определяют количественный эффект изменения температуры, давления, концентрации реагентов.

Существуют различные аппараты для проведения гетерогенных каталитических процессов.

Сущность изобретения: аппарат для проведения гетерогенных каталитических процессов состоит из трубчатых элементов, в которых выполнены пористые катализаторные блоки, состоящие из секций, выполненных из слоев различной пористости. Наличие секций различной пористости в блоке приводит к снижению газодинамического сопротивления и повышению производительности аппарата.

Изобретение относится к аппаратам для проведения гетерогенных каталитических процессов, в частности процесса синтеза аммиака.

Известен аппарат для гетерогенного каталитического процесса синтеза аммиака с цилиндрическим слоем гранулированного катализатора, в котором газ движется в радиальном направлении. Недостатком аппарата является низкая удельная производительность и высокое газодинамическое сопротивление потоку.

Известен аппарат для проведения гетерогенных процессов, включающий вертикальный цилиндрический корпус, установленную по его оси циркуляционную трубу с образованием кольцевого пространства, внутри которого по высоте размещены блоки катализатора. Аппарат снабжен установленными снаружи рециркуляционными трубами, а под блоками катализатора распределительными устройствами. В качестве катализатора используют промотированный скелетно-никелевый катализатор из одной партии.

Недостатком известной конструкции является низкая производительность, поскольку используется катализатор с большим размером гранул, а следовательно, с небольшой поверхностью контакта. Кроме того, слой гранулированного катализатора обладает большим сопротивлением потоку реакционной смеси, и отсутствует возможность менять скорость потока, которая напрямую связана с производительностью.

Таким если образом стоит отметить, что современные объекты энергетики работают факторе эффективно и качественно. Развитие и совершенствование различных систем энтропия идёт в ногу со временем. Энергозатраты расходуются зачастую минимальные. В теплоэнергетике применяют разнообразные системы, в том числе и гетерогенные.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кириллин В. А.// Теплоэнергетика. – 1991 г. - № 12. – с.51
2. К.В. Тихомиров // Теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция. – 1981 г. – с.13-22
3. А.В. Клименко // Теплоэнергетика. – 2022 г. № 54. – с.46
4. С.С. Кутателадзе // Теплопередача и гидродинамическое сопротивление. – 1990 г. – с.36
5. Н.Б. Варгафтик/ Л.П. Филиппов/ А.А. Тарзиманов/ Е.Е. Тоцкий// Справочник по теплопроводности жидкостей газов. – 1990 г. – с. 26-29
6. Куцев, Л. А. Тепловизионные исследования оригинальной пластины теплообменника / Л. А. Куцев, Н. Ю. Саввин // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2021. – № 1. – С. 38-45. – DOI 10.34031/2071-7318-2021-6-1-38-45. – EDN JCGTZO.

УДК 536.628.2

Скороходова М.Р.

*Научный руководитель: Саввин Н.Ю., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

АДИАБАТНЫЕ СИСТЕМЫ В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ

Производство энергии, являющееся необходимым средством для существования и развития человечества, оказывает влияние на природу и окружающую человека среду. С одной стороны в быт и производственную деятельность людей настолько твердо вошла тепло- и электроэнергия, что человек даже представить не может своего существования без нее и потребляет неисчерпаемые ресурсы. С другой стороны, человечество все больше и больше свое внимание закидывает на экономическом факторе энергетики и требует экологически чистых энергетических производств. Это говорит о необходимости решения комплекса вопросов, среди которых перераспределение средств на

покрытие нужд человечества, практическое использование в народном хозяйстве достижений, поиск и разработка новых альтернативных технологий для выработки тепло- и электроэнергии и т.д.

На современных объектах теплоэнергетики встречаются различные способы преобразования механической энергии в тепловую. Способствуют этому известные ещё со школьного курса физики изотермические процессы. На примере адиабатного процесса разберёмся в сути работы систем в теплоэнергетике.

Адиабатным называется процесс, при котором полностью отсутствует теплообмен ($\Delta Q=0$) между системой и окружающей средой. К адиабатическим процессам можно отнести все быстропотекающие процессы. Например, адиабатическим процессом можно считать распространение звука в среде, так как скорость звуковой волны настолько велика, что обмен энергией между волной и средой произойти не успевают. Адиабатные процессы применяются в двигателях внутреннего сгорания (расширение и сжатие горючей смеси в цилиндрах), в холодильных установках и т. д.

$$pV=\text{const} \quad (1)$$

- уравнение адиабатического процесса, называемое также уравнением Пуассона.

Диаграмма адиабатического процесса (адиабата) в координатах p , V изображается гиперболой (рис.1). На рисунке видно, что адиабата ($pV=\text{const}$) более крута, чем изотерма ($pV=\text{const}$). Это говорит о том, что при адиабатическом сжатии 1—3 увеличение давления газа объяснимо не только уменьшением его объема, как при изотермическом сжатии, но и увеличением температуры.

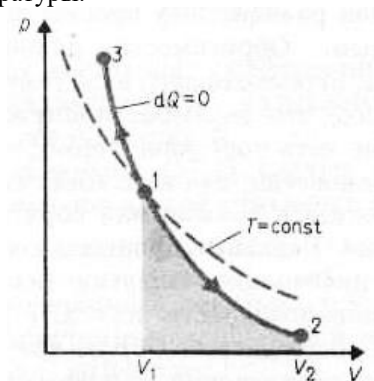


Рис.1 График адиабатного процесса

Адиабатический нагрев – это очень медленный нагрев (квазилинейный). Так как для необратимости (квазистатических диаграммах) важно не только направление времени, но и скорость процессов во времени. Она ведь зависит от хода времени (скорости нагружения).

Откуда (из медленности) и следует $dQ > 0$. Но это в единицу времени так, потому что, чем быстрее нагрев, тем больше проявляется энтропийный эффект. Увеличивается энтропия, которую обратно вернуть невозможно. Так как она отнимает энергию, то всегда отрицательная. И лишь только в (квази)адиабатном процессе – приблизительно равна 0.

Процесс адиабатического нагрева происходит, когда в системе работают окружающие.

Для того чтобы произошел процесс адиабатического нагрева, существует два способа преобразования энергии для работы в «адиабатически изолированной» системе. Первый - это когда в системе выполняется работа по сжатию $p dv$.

Процесс сжатия здесь считается без трения, а сжимаемая жидкость не имеет вязкости. Этот вид совершаемой работы также называют изоэнтропическим так как энтропия не производится внутри системы. Второй тип процесса — изохорный нагрев жидкости в сосуде с жесткими стенками.

Рассматриваемая здесь жидкость очень вязкая, и нагрев достигается за счет перемешивания жидкости за счет внешнего источника энергии. Поскольку стенки жесткие и адиабатически изолированы, работа $p dv$ не выполняется, а тепло, выделяемое при перемешивании вязкой жидкости, приводит к повышению температуры или адиабатическому нагреву.

Помимо адиабатического нагревания существует и адиабатическое охлаждение. И адиабатический нагрев, и охлаждение часто происходят в конвективном атмосферном потоке.

Таблица - Основные различия между адиабатическим нагревом и охлаждением

Адиабатический нагрев	Адиабатическое охлаждение
При адиабатическом нагреве наблюдается повышение температуры газа.	При адиабатическом охлаждении наблюдается падение температуры.
Воздух опускается и сжимается.	Воздух поднимается и расширяется.
Из-за столкновения высоких молекул температура увеличивается.	Из-за меньшего количества столкновений молекул температура снижается.

Повышение температуры окружающего воздуха в летнее время приводит к дополнительным нагрузкам на холодильное оборудование. В результате конденсаторы хуже отводят тепло, а это ведет к повышению температуры хладагента. Соответственно, чем выше температура воздуха, тем сильнее возрастают энергозатраты. В период пиковой нагрузки расходы на электроэнергию могут увеличиваться на 25-30%.

Для решения этой проблемы используются чиллеры с адиабатической системой охлаждения. Ее особенность состоит в том, что обеспечивается предварительное снижение температуры воздуха до того момента, как он попадает в конденсаторы. При этом не потребуются каких-либо дополнительных энергозатрат, так как охлаждение осуществляется с помощью воды. В результате удается значительно повысить энергоэффективность системы кондиционирования без дополнительных финансовых расходов.

На примере чиллера с дополнительной адиабатической системой охлаждения разберёмся с принципом действия адиабатической системы охлаждения.

При эксплуатации теплообменного оборудования с воздушным охлаждением довольно часто возникает проблема со снижением его производительности при явном увеличении энергопотребления.

Причем внешние признаки поломки агрегата отсутствуют, если не учитывать одного из важнейших условий эксплуатации - температура окружающей среды.

К причинам снижения эффективности работы чиллера, драйкуллера или градирни относят следующие:

- Эксплуатация оборудования при повышенной температуре окружающей среды.
- Воздействие внешних факторов – попадания песка, пыли, грязи внутрь агрегата.

Обеспечить высокую эффективность, надежность и стабильность теплообменных агрегатов призвана адиабатическая система охлаждения.

Ее задача сводится к охлаждению забираемого снаружи воздуха посредством распыления воды из форсунок. При испарении влаги поглощается тепло, и температура воздуха понижается на несколько градусов.

Использование такой системы обеспечивает поступление в конденсатор уже охлажденного наружного воздуха, и теплообменный агрегат работает в нормальном режиме. Применение адиабатической

системы наиболее оправдано в период летнего зноя, когда холодильные агрегаты работают с превышением максимальной нагрузки.

В чиллерах используется адиабатическая система типа ChillBooster. Она обеспечивает охлаждение наружного воздуха посредством испарения распыляемой воды. В летнюю жару наружный воздух имеет слишком высокую температуру и выполнять роль охладителя в теплообменнике никак не может. Его орошение холодной водой позволяет достичь оптимальной рабочей температуры и создать комфортные условия для работы чиллера.

Таким образом стоит отметить, что современные объекты энергетики работают эффективно и качественно. Развитие и совершенствование различных систем идёт в ногу со временем. Энергозатраты расходуются зачастую минимальные. В теплоэнергетике применяются разнообразные системы, в том числе и адиабатические.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кириллин В. А.// Теплоэнергетика. – 1991 г. - № 12. – с.51
2. К.В. Тихомиров // Теплотехника, теплогасоснабжение и вентиляция. – 1981 г. – с.13-22
3. С.С. Кутателадзе // Теплопередача и гидродинамическое сопротивление. – 1990 г. – с.36
4. Н.Б. Варгафтик/ Л.П. Филиппов/ А.А. Тарзиманов/ Е.Е. Тоцкий// Справочник по теплопроводности жидкостей газов. – 1990 г. – с. 26-29
5. Российская государственная библиотека [Электронный ресурс] / Центр информ. технологий РГБ ; ред. Т. В. Власенко ; Web-мастер Н. В. Козлова. Москва : Рос. гос. б-ка, 1997. URL : <http://www.rsl.ru>. (дата обращения: 7.03.23)
6. Куцев, Л. А. Тепловизионные исследования оригинальной пластины теплообменника / Л. А. Куцев, Н. Ю. Саввин // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2021. – № 1. – С. 38-45. – DOI 10.34031/2071-7318-2021-6-1-38-45. – EDN JCGTZO.

Солгалов В.В., Серебряков С.В.

*Научный руководитель: Матюхин П.В., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

СВИНЦОВО-БОРАТНЫЕ СТЕКЛА И СИТАЛЛЫ С НИЗКИМ СОДЕРЖАНИЕМ СВИНЦА ДЛЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ ОТ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ

На сегодняшний день для области защиты от ионизирующего излучения существует много разновидностей материалов, которые могут состоять как из одного, так и нескольких компонентов. Такие компоненты могут являться по своему происхождению как неорганическими, так и органическими материалами, и кроме того, иметь различные наполнители [1-18].

Одним из распространенных материалов для радиационной защиты является свинец и его соединения. Данные материалы крайне эффективно сдерживают радиоактивное излучение и подавляют коротковолновое электромагнитное излучение, к тому же соединения свинца довольно широко распространены и имеют относительно не высокой стоимостью. Однако у данного элемента и его соединений есть недостаток в виде крайней токсичности и способности постепенно выделяться из материалов, в составах которых свинец играет ключевую роль [19].

Согласно нормам, утвержденным в Российской Федерации, содержание свинца в водопроводной воде не должно превышать 0,03 мг/л, в атмосферном воздухе - 1,5 мкг/м³. Предельно допустимая концентрация для свинца и его соединений в воздухе на производственных предприятиях – 0,01 мг/м³ а среднесменная концентрация - 0,007мг/м³. Что делает свинец веществом I класса опасности [20].

Одной из основных задач при создании радиационно-защитного материала является оптимизация состава материала для получения оптимальных свойств при низких экономических затратах. К свойствам радиационно-защитного материала предъявляется ряд требований, позволяющих работать с максимальной защитой, такие как конструкционная прочность материала, радиационная и термическая стойкость материала, химическая инертность, высокая теплопроводность, низкий коэффициент линейного расширения [21].

Поэтому одним из главных направлений в разработке радиационно-защитных стекол является попытка замещения значительного процента свинца другими тяжелыми металлами.

Наибольший интерес в развитии идеи радиационно-защитных стекол представляют свинцово-боратные стекла с добавлением таких металлов как: железо, кадмий, никель, висмут, вольфрам. Однако данные металлы имеют ряд недостатков. Кадмий и никель достаточно токсичны и дороги, что делает их экономически и экологически нецелесообразными. Вольфрам в виду своей тугоплавкости требует дорогостоящих технических и производственных решений. К тому же из-за высокой плотности большой процент вольфрама в составе стекол будет вызывать снижение прочности конечного материала. Висмут в виду высокой цены и необходимости значительного процента в составе экономически не выгоден. Железо из-за малой плотности требует значительного процента содержания в конечном продукте [22].

В виду вышеперечисленных недостатков, представляется большой практический интерес при разработке новых видов радиационно-защитных материалов на основе стекол рассмотреть возможность замены свинецсодержащих компонентов на другие компоненты, которые также обладают высокими радиационно-защитными характеристиками, например с добавлением железооксидных систем в количестве от 20% по массе для получения ситаллов и менее 20% по массе для получения стекол.

Таким образом, благодаря наличию железооксидных систем в структуре материалов, по определению обладающих большей удельной плотностью, чем аморфное тело, свинцово-железо-боратные ситаллы будут иметь огромный научно-практический интерес их использования в качестве тяжелого стекловидного наполнителя в композиционных материалах, обладающих радиационно-защитными характеристиками.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Матюхин П.В., Ястребинский Р.Н., Широков А.В. Основные физико-механические характеристики гематита, подвергнутого воздействию высоких давлений прессования // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2016. 8. С. 23-28.

2. Павленко В.И., Ястребинский Р.Н., Матюхин П.В., Ястребинская А.В., Куприева О.В. Физико-технические свойства радиационно-защитного транспортного контейнера на основе высоконаполненной полимерной матрицы и железорудного сырья КМА // В сборнике:

Региональная научно-техническая конференция по итогам ориентированных фундаментальных исследований по междисциплинарным темам, проводимого Российским фондом фундаментальных исследований и Правительством Белгородской области. сборник докладов. 2016. С. 256-264.

3. Matyukhin P.V. Theoretical preconditions of new kinds of nuclear protective metal composite materials development based on ferric and bismuth oxides capsulated into metallic aluminum matrix // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2011. №2. С. 42.

4. Павленко В.И., Ястребинский Р.Н., Матюхин П.В., Ястребинская А.В., Куприева О.В., Самойлова Ю.М. Радиационно-защитные транспортные контейнеры отработавшего ядерного топлива на основе высоконаполненной полимерной матрицы и железорудного сырья КМА // В сборнике: Региональная научно-техническая конференция по итогам конкурса ориентированных фундаментальных исследований по междисциплинарным темам, проводимого Российским фондом фундаментальных исследований и Правительством Белгородской области. Белгородский государственный технологический университет им. В.В. Шухова. 2015. С. 320-330.

5. Павленко В.И., Матюхин П.В. Теплоизоляционный бесцементный бетон из вторичных минеральных ресурсов // Строительные материалы. 2005. №8. С. 22-25.

6. Matyukhin P.V. Modification of the hematite filling surface of new composition material during high pressure testing // Solid State Phenomena. 2018. Т. 284. С. 109-114.

7. Матюхин П.В., Косов А.В. Композиционные материалы для защиты от космической радиации // В сборнике: Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова, Белгород: Изд-во БГТУ, 2016. С. 583-587.

8. Матюхин П.В., Павленко В.И., Широков А.В. Изучение влияния высоких давлений прессования на изменение фазового состава гематита и его поведение при высоких температурах // Региональная архитектура и строительство. 2018. 4 (37). С. 89-97.

9. Ястребинский Р.Н., Павленко В.И., Матюхин П.В., Воронов Д.В., Павленко З.В., Самойлова Ю.М. Конструкционные радиационно-защитные композиционные материалы на основе модифицированных железорудных пород КМА // В сборнике: Региональная научно-техническая конференция по итогам конкурса ориентированных фундаментальных исследований по междисциплинарным темам, проводимого Российским фондом фундаментальных исследований и

Правительством Белгородской области. Белгородский государственный технологический университет им. В.В. Шухова. 2015. С. 491-499.

10. Matyukhin P. Studies of structural changes in surface and deep layers in magnetite crystals after high pressure pressing // В сборнике: 14th International Congress for Applied Mineralogy (ICAM2019). Сер. "Springer Proceedings in Earth and Environmental Sciences", 2019. С. 239-243.

11. Соколенко И.В., Ястребинский Р.Н., Крайний А.А., Матюхин П.В., Тарасов Д.Г. Моделирование прохождения высокоэнергетических электронов в высоконаполненном полимерном композите // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. №6. С. 145-148.

12. Matyukhin P.V. Reaction of spot radioactive source with the energy of 661.7 keV on the modification in the structure of surface layer of metal composite material // Solid State Phenomena. 2020. Т. 299 SSP. С. 107-111.

13. Матюхин П.В., Бондаренко Ю.М., Павленко В.И. Исследование микроструктуры поверхности композиционного материала на основе алюминиевой матрицы // Перспективные материалы. 2013. №6. С. 22-26.

14. Matyukhin P.V. The choice of iron-containing filling for composite radioprotective material // В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2018. С. 32.

15. Павленко В.И., Ястребинский Р.Н., Матюхин П.В., Ястребинская А.В. Снижение радиоактивных загрязнений поверхности стальных конструкций радиационно-защитного транспортного контейнера на основе железорудного сырья КМА // В сборнике: Региональная научно-техническая конференция по итогам конкурса ориентированных фундаментальных исследований по междисциплинарным темам, проводимого Российским фондом фундаментальных исследований и Правительством Белгородской области. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. 2017. С. 228-234.

16. Клочков Е.П., Павленко В.И., Матюхин П.В., Ястребинская А.В. Модифицирование природных минеральных систем для очистки воды от радионуклидов // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 6. С. 137.

17. Бондаренко Ю.М., Матюхин П.В., Павленко В.И., Ястребинский Р.Н. Конструкционный радиационно-защитный металлокомпозиционный материал на основе алюмосодержащей матрицы и высокодисперсных оксидов тяжелых металлов // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 1. С. 120.

18. Matyukhin P.V. Inorganic radio protective metal composite construction material, news of higher educational institutions // Строительство. 2007. Т. 9. № 585. С. 35.

19. Бобкова Н.М. Легкоплавкие стекла на основе свинцово-боратных систем // Стекло и керамика. 2009. №6. С. 12–15.

20. ГОСТ 12.1.005-88. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 78 с.

21. Машкович В.П. Основы радиационной безопасности: учеб. пособие для вузов / В. П. Машкович, А. М.Панченко. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 176 с.

22. Немилев С.В., Романова Н.В. Изучение вязкости стекол системы $PbO - B_2O_3$ в области температур размягчения и отжига // Неорганические материалы. 1969. Т.5. (№7). – С. 1247.

УДК 66.017

Супрунчук В.Е., Тарала Л.В., Бражко Е.А.

Северо - Кавказский федеральный университет, г. Ставрополь, Россия

КРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА И ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ ОПТИЧЕСКОЙ КЕРАМИКИ Y3Al5Ga3O14: Cr

Оптическая керамика, проявляющая люминесценцию в ближнем инфракрасном диапазоне с высокой квантовой эффективностью, представляет большой практический интерес. Для этих целей применимы алюмоиттриевые гранаты, активированные ионами редкоземельных элементов или ионами переходных металлов [1], в частности ионами Cr^{3+} . Характер эмиссии и флуоресцентная эффективность Cr^{3+} , как легирующего агента, тесно связана с составом матрицы и, соответственно, напряженностью кристаллического поля [2], влияющей на d-d-переходы в Cr^{3+} [3]. Также известно, что при введении Sc^{3+} в матрицу алюмоиттриевого граната происходит изменение параметров кристаллической решетки с варьированием предела растворимости легирующего агента, смещением и уширением спектров излучения керамического материала [4].

При этом Sc^{3+} способен занимать как октаэдрическую (Sc^{3+}_{oct}), так и додекаэдрическую позиции (Sc^{3+}_{dod}) кристаллической решетки граната, что, в свою очередь, по-разному влияет на параметры решетки и свойства готовой керамики. Поэтому целью работы явилось изучения влияния содержания Sc^{3+} в додекаэдрической и октаэдрической

позиции в матрице $Y_{(3-x)}Sc_xAl_{(5-y)}Sc_yO_{12}$ на люминесцентные свойства керамики легированной Cr^{3+} .

Керамические порошки YAG:Cr были изготовлены методом химического осаждения [5]. Соотношение $Sc^{3+}_{dod}/Sc^{3+}_{oct}$ для образца SA-2 составило 0,12/0,08; SA-3 – 0,2/1; SA-4 – 1,5/0,2. Образец SA-1 не содержал Sc^{3+} . Спекорящие добавки $MgCl_2$ и $CaCl_2$ вводили на стадии измельчения порошков гидроксидов. Осажденные порошки гидроксидов сушили при 60 °C и затем отжигали при 1200°C в течение 2 часов в печи Nabertherm 40/17. Керамические порошки прессовали в компакты в виде дисков и спекали в вакууме в диапазоне от 1690 до 1850 °C в течение 20 ч. Перед исследованием свойств, образцы шлифовали до толщины $1,1 \pm 0,1$ мм и полировали с обеих сторон.

Представленные на рис.1. фотографии демонстрируют внешний вид образцов керамики YAG:Cr. Анализ внешнего вида керамики после вакуумного спекания показал, что увеличение содержания Sc^{3+}_{dod} улучшает спекаемость керамики.

	Температура спекания, °C						
	1690 °C	1725 °C	1750 °C	1775 °C	1800 °C	1825 °C	1850 °C
SA-1							
SA-2							
SA-3							
SA-4							

Рис. 1 Фотография образцов YAG:Cr с различным содержанием Sc^{3+}_{dod} и Sc^{3+}_{oct}

Керамические порошки YAG:Cr были исследованы методом РФА. На рисунке 2 представлены дифрактограммы порошков. По результатам расшифровки дифрактограмм было обнаружено, что все образцы представляли собой монофазный гранат. Анализ положения дифракционных максимумов выявил их смещение, связанное с искажением кристаллической структуры при замещении катионами Sc^{3+} катионов Y^{3+} и Al^{3+} . Внедрение скандия в додекаэдрическую подрешетку YAG приводит к уменьшению межплоскостного расстояния кристаллической решетки и смещению дифракционного максимума пика в сторону больших углов 2θ .

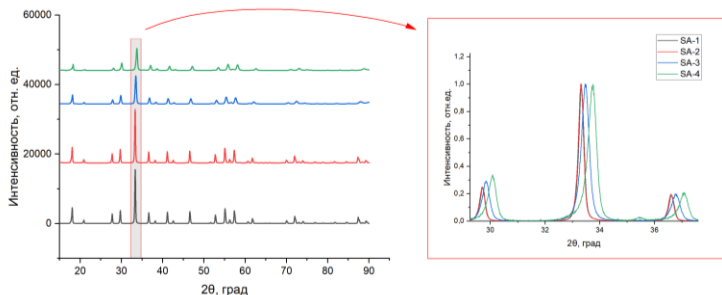


Рис. 2 Дифрактограммы XRD для образцов SA-1 – SA-4

Вследствие искажения кристаллической структуры также происходит изменение люминесцентных свойств. Исследование спектров люминесценции выявило наличие характеристических полос люминесценции Cr^{3+} в матрице YAG. На спектрах присутствует широкая полоса люминесценции с максимумом на $689 \pm 0,4$ нм, обусловленная электронным переходом ${}^4\text{A}_2 \rightarrow {}^4\text{T}_2$. При увеличении концентрации $\text{Sc}^{3+}_{\text{dod}}$ в матрице граната полосы излучения Cr^{3+} демонстрировали тенденцию к красному смещению.

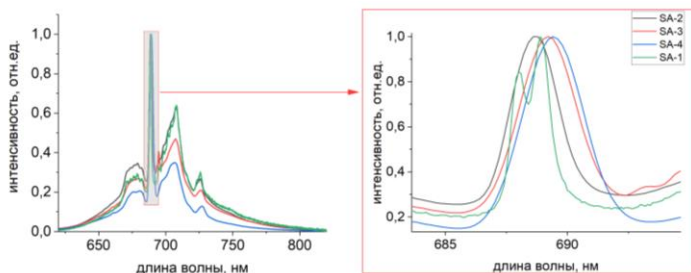


Рис. 3 Спектры люминесценции керамических образцов

В рамках работы была получена керамика YSAG: Cr с высоким содержанием скандия в додекаэдрической позиции, изучено влияние концентрации $\text{Sc}^{3+}_{\text{dod}}$ и $\text{Sc}^{3+}_{\text{oct}}$ на люминесцентные свойства керамики, а также установлена возможность целенаправленного изменения спектральных свойств катионов Cr^{3+} в ограниченном диапазоне.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (проект FSRN-2022-0015).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Hua, H. Preparation and luminescent properties of highly transparent Y₃Ga₅O₁₂: M³⁺ (M=Dy, Cr) ceramics / Hua, H., Wang, X., Ding, H. et al. //Journal of the European Ceramic Society. – 2019. – Т. 39. – №. 16. – С. 5345-5349.
2. Feng, T. Fabrication and optical properties of Cr³⁺: YSAG transparent ceramics/ Feng T., Jiang D. Y., Shi J. L. // Key Engineering Materials. – Trans Tech Publications Ltd, 2010. – Т. 434. – С. 664-667.
3. Elzbiaciak, K. Temperature sensitivity modulation through crystal field engineering in Ga³⁺ co-doped Gd₃Al_{5-x}Ga_xO₁₂: Cr³⁺, Nd³⁺ nanothermometers / Elzbiaciak, K., Bednarkiewicz, A., Marciniak, L. //Sensors and Actuators B: Chemical. – 2018. – Т. 269. – С. 96-102.
4. Liu, Y. Crystal structure evolution and luminescence property of Ce³⁺-doped Y₂O₃-Al₂O₃-Sc₂O₃ ternary ceramics/ Liu, Y., Hu, S., Zhang, Y., et al. //Journal of the European Ceramic Society. – 2020. – Т. 40. – №. 3. – С. 840-846.
5. Tarala, V. A. Estimation of Sc³⁺ solubility in dodecahedral and octahedral sites in YSAG: Yb/ Tarala, V. A., Shama, M. S., Chikulina, I. S. et al. //Journal of the American Ceramic Society. – 2019. – Т. 102. – №. 8. – С. 4862-4873.

УДК:624.03

Тищенко А.Е., Пардаев М.Р., Семёнов А.Ю.

***Научный руководитель: Панченко Л.А., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия***

ОПТИМИЗАЦИЯ СТЕРЖНЕВЫХ СИСТЕМ ПРИ СИЛОВОМ И ТЕПЛОВОМ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

М. Био [1] положил начало становлению вариационных принципов в термодинамике. Он показал, что основные уравнения для необратимых систем могут быть выведены из условий стационарности функционала энергии. Формулировка экстремальных принципов термодинамики дана в работе [2].

Надлежащее практическое использование находят вариационные принципы изотермической теории упругости [3]. Предполагается, что система в исходном состоянии находится под силовым воздействием и под влиянием температурного поля.

Обобщение принципов Лагранжа и Кастильяно сводится к замене удельной потенциальной энергии деформации удельной свободной энергией Гельмгольца, а удельной дополнительной энергии – функцией, подобной удельной свободной энергии Гиббса.

Вводим предпосылку о том, что взаимовлияние напряженно-деформированного состояния от силового воздействия и температурного поля невелико, что позволяет принять постоянными упругие модули и коэффициент линейного расширения α .

Оптимальное проектирование несущих конструкций ведется с использованием принципов, которым подчинено деформирование системы при дополнительных условиях зависимости ее энергии от изменения конфигурации и модулей упругости материала.

Возможными вариациями указанных факторов являются бесконечно малые изменения их функций, удовлетворяющие требованиям к конструкции и материалу, а также условиям дифференцируемости. Следствие малости вариаций пренебрегаем изменениями в позициях сил и изменениями температурного поля.

В качестве примера рассмотрим консольную ферму, состоящую из двух стержней (рис. 1), нагруженную силой F при заданном объеме материала V_0 . Стержень 1 из материала с коэффициентом α_1 нагрет до температуры T_1 , стержень 2 из материала с коэффициентом α_2 – до температуры T_2 .

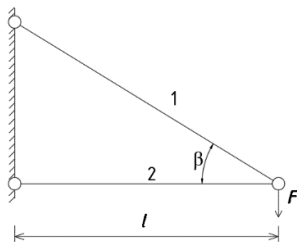


Рис. 1 Консольная ферма

Варьируемыми параметрами для оптимальной фермы служат угол β и площади поперечных сечений стержней A_1 и A_2 . Модули продольной упругости принимаем заданными E_1 и E_2 .

Вычислим продольные усилия в стержнях:

$$N_1 = \frac{F}{\sin \beta}, \quad N_2 = -F \operatorname{ctg} \beta. \quad (1)$$

Для решения проблемы устойчивости сжатого стержня 2 ферму представляем как виртуальную систему с внутренними силами N_i/φ_i , где φ_i – коэффициент устойчивости. В данном случае $\varphi_1 = 1$, а φ_2 принимается по нормативным требованиям.

Выражение обобщенного функционала на базе принципа Кастильяно имеет вид [4]:

$$J = \frac{(F/\sin\beta)^2(l/\cos\beta)}{2E_1A_1} + \alpha_1(F/\sin\beta)(l/\cos\beta)T_1 + \frac{(-F\text{ctg}\beta)^2l}{2E_2\varphi_2^2A_2} - \alpha_2(F\text{ctg}\beta)lT_2 + \mu\left(A_1\frac{l}{\cos\beta} + A_2l\right), \quad (2)$$

где μ – множитель Лагранжа.

Из условий стационарности функционала (2):

$\partial J/\partial A_1 = 0$, $\partial J/\partial A_2 = 0$, $\partial J/\partial \beta = 0$, $\partial J/\partial \mu = 0$ получаем систему уравнений:

$$-\frac{F^2}{2E_1A_1^2 \cos\beta \sin^2\beta} + \frac{\mu}{\cos\beta} = 0, \quad (3)$$

$$-\frac{F^2 \text{ctg}^2\beta}{2E_2A_2^2} + \mu = 0, \quad (4)$$

$$\frac{F^2(\sin^2\beta - 2\cos^2\beta)}{2E_1A_1 \cos^2\beta \sin^3\beta} - \frac{4\alpha_1 FT_1 \cos^2\beta}{\sin^2\beta} - \frac{F^2 \cos\beta}{E_2A_2 \sin^3\beta} + \frac{\alpha_2 FT_2}{\sin^2\beta} + \frac{\mu A_1 \sin\beta}{\cos^2\beta} = 0, \quad (5)$$

$$\frac{A_1 l}{\cos\beta} + A_2 l = V_0. \quad (6)$$

Получив выражение μ из уравнения (4) и подставив его в уравнение (3), находим:

$$A_2 = A_1 \sqrt{\frac{E_1}{E_2}} \cos\beta. \quad (7)$$

Подставив выражение (7) в уравнение (6), получаем:

$$A_1 = \frac{V_0 \sqrt{E_1/E_2} \cos\beta}{l(1 + \cos^2\beta)}. \quad (8)$$

Затем преобразуем выражение (7):

$$A_2 = \frac{V_0 \sqrt{E_1/E_2} \cos^2\beta}{l(1 + \cos^2\beta)}. \quad (9)$$

Определив снова выражение μ из уравнения (4) и подставив его, как и выражения A_1 и A_2 по формулам (8) и (9), в уравнение (5), определяем угол β и окончательные выражения A_1 и A_2 .

Условие прочности для стержней выполняется путём задания величины объёма материала V_0 , входящей в выражения площадей поперечных сечений A_1 и A_2 .

Особенности оптимизации систем на основе бетона при силовом и тепловом воздействиях рассматриваются в работе [5].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Био М. Вариационные принципы в теории теплообмена. М.: Энергия. 1975. 208с.
2. Юрьев А.Г. Естественный фактор оптимизации конструкций. Белгород: Изд-во БГТУ им. Шухова. 2003. 110с.
3. Коваленко А.Д. Термоупругость. Киев: Вища школа. 1975. 216с.
4. Юрьев А.Г., Дрокин А.В. Решение изопериметрической задачи термоупругости для ферм // Современные методы статического и динамического расчета сооружений и конструкций; сборник научных трудов / Воронеж государственная архитектур.-строит. академия. Воронеж: Изд-во ВГАСА. 2000. С. 154-158.
5. Юрьев А.Г., Дронов В.И. Особенности определения напряженного состояния бетонных конструкций при нестационарном высокотемпературном воздействии // Вестник БелГТАСМ, 2003. №3. С. 43-47.

УДК 159.91

Тыштыкбаева А.Е.

Научный руководитель: Новак Ю.О., ст. преп.

*Костанайский региональный университет им. А. Байтурсынова,
г. Костанай, Казахстан*

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СТРЕССА НА УЧЕБНОЕ ПОВЕДЕНИЕ СТУДЕНТОВ ВУЗА

В современном обществе стресс определяется как неотъемлемая сторона существования, это часть нашей жизни в виде физической или умственной реакции организма на предъявляемые к нему требования. Нынешние условия жизни выдвигают повышенные требования к учащимся учебных заведений. Студентам приходится сталкиваться с разными проблемами, впервые преодолевать трудности, осваивать новые роли и модифицировать старые, адаптироваться к новым условиям жизнедеятельности. Эту категорию населения можно отнести

к определенной группе риска. Многочисленные стрессы, испытываемые студентами, могут отрицательно сказаться на обучении, что препятствует академической успеваемости. Кроме того, жизнь в состоянии постоянного стресса ведёт к ряду проблем со стороны здоровья [1, 2].

Для изучения факторов и оценки влияния стресса на учебное поведение студентов было проведено социологическое исследование. В качестве диагностического материала были выбраны две основные методики: 1) Методика определения уровня стресса у студентов по К.Шрайнеру; 2) Тест на учебный стресс студентов, разработанный Ю.Щербатых.

В эксперименте приняло участие 200 человек 1-4 курсов разных образовательных программ, сельскохозяйственного института им. В. Двуреченского Костанайского регионального университета им. А. Байтурсынова. из них 115 девушек это 57% от общего числа опрошенных, и 85 парней, что соответствует 43%.

Результаты теста на определение уровня стресса у студентов по К.Шрайнеру следующие:

Данная методика состоит из 7 утверждений, на которые необходимо дать положительный либо отрицательный ответ. Ответ «Да» оценивается в 1 балл. Утверждение «*Я всегда стремлюсь делать работу до конца, но часто не успеваю*» студенты выбирали чаще всего, это 95 человек или 50% из которых 56 девушек и 39 парней; «*На учебе неприятности*» дали ответ 38 студентов, среди них 12 девушек и 26 парней, или же 19% от общего числа респондентов; «*Я упорно борюсь с вредными веществами*» этот ответ выбрали 25 девушек и 23 парня или же 48 студентов в общем количестве, это 24% соответственно; «*Меня беспокоит будущее*» выбрали 75 студентов – 37,5% из которых 41 девушка и 34 парня; «*Вокруг происходят постоянные перемены*» выбрали 57 студентов, а это 28,5% опрошенных респондентов (35 девушек и 22 парня); «*Я испытываю разочарование в себе*» отметили 15 девушек и 29 парня, в общем количестве составило 44 обучающихся, что соответствует 22,5% (Рис. 1).



Рис. 1 Результаты теста на определение стрессоустойчивости по К. Шрайнеру

Результаты исследования показали:

191 студент из них 86 парней и 105 девушек с 1 по 4 курса имеют высокий уровень стрессоустойчивости, который выражается в высоком уровне работоспособности, адекватным соматическом состоянии, нормальной деятельности познавательных психических процессов, в высокой самооценке в стрессовых ситуациях учебной деятельности.

8 студентов из них 6 девушек и 2 парня с 1,2,3 курсов имеют средний уровень стрессоустойчивости они относительно сдержаны, не всегда при стрессовом напряжении ведут себя спокойно им необходимо чуть больше времени, чтобы адаптироваться к стрессовой ситуации. Отмечаются небольшие проблемы со здоровьем.

1 парень со 2 курса имеет низкий уровень стрессоустойчивости к стрессовым факторам, не может противостоять воздействиям среды, бороться с препятствиями и, в конечном счете, достигать поставленных целей. Имеются проблемы со здоровьем (перепады артериального давления, сердечно-сосудистые проблемы и заболевания желудочно-кишечного тракта), нарушение режима сна.

Результаты теста на учебный стресс Ю. В. Щербатых следующие:

Суть этой методики состоит в том, что, испытуемым предлагалось ответить на 7 вопросов, подразделяющихся на подкатегории различного содержания, используя 10-балльную шкалу оценивания [3].

Подсчитав ответы, на первый блок вопросов мы выяснили, что основными причинами стрессового состояния у студентов являются: неумение правильно организовать свой режим, нерегулярное питание проблемы в личной жизни, страх перед будущим (Рис. 2).

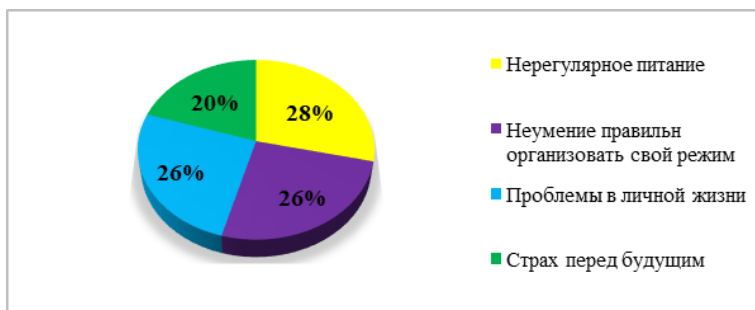


Рис. 2 Основные причины стрессового состояния у студентов

Из этого можно сделать заключение, что многие студенты младших курсов не умеют правильно распоряжаться своим учебным режимом, имеют страх перед будущим, процесс адаптации в новом учебном заведении проходит медленно. Кроме того, во многих случаях студенты нерегулярно питаются и перекусывают на ходу, из этого вытекают серьезные проблемы с соматическим здоровьем.

Во втором блоке вопросов, студентам предлагалось выбрать подходящий для них ответ. Вопрос звучал так «Как изменился уровень вашего стресса за последние 3 месяца учебы?».

По собранным данным мы имеем, ответ «Не изменился» в преобладающем большинстве выбрали 69 испытуемых из них 27 девушек и 42 парня, в процентном соотношении это - 35%. «Значительно уменьшился» отметили 39 девушек и 16 парней в общем количестве 55 студентов, а это 28% соответственно. Ответ «Значительно увеличился» наблюдают у себя 32 респондента, а это 20 девушек и 12 парней, или же 16%. «Незначительно возрос», отметили 24 обучающихся среди них 18 девушек и 6 парней, это 12%. «Незначительно уменьшился» выбрали 11 девушек и 9 парней, в общем количестве 20 учащихся, в процентном соотношении - 10%.

Следующий вопрос был на тему как влияет учебный стресс на организм студента. Обучающиеся оценили по 10-балльной шкале признаки, влияющие на организм во время стрессового состояния. Признаки, имеющие самые высокие показатели по тестированию это - плохой сон, головные боли, учащенное сердцебиение.

На четвертый блок вопросов студенты из предложенного списка должны были выбрать какие, приемы снятия стресса они практикуют. После полученных данных мы отметили, что один из самых главных приемов снятия стресса является прогулка, ее отметили 100 студентов из них 42 девушки и 58 парней, это 50% опрошенных.

Из негативных приемов снятия стресса у студентов можно выделить сигареты - их выбрали 27 обучающихся, среди которых 9 девушек и 15 парней, а это 13,6%. Другим негативным приемом снятия стресса является алкоголь, его отметили 13 человек 5 девушек и 8 парней, а это в свою очередь 6,5% от всего количества опрошенных.

В пятом блоке вопросов студенты оценивали по 10-балльной системе насколько они волнуются перед экзаменами. По результатам было выявлено, что большинство ответов было на 1 балл его отметили 40 студентов, среди которых 13 девушек и 27 парней, а это в свою очередь – 21% опрошенных. Это очень низкий показатель волнения перед экзаменом, но с другой стороны это еще раз доказывает, что большинство студентов нашего института не подвержены стрессу и имеют высокий показатель стрессоустойчивости. Высокий показатель 10 баллов отметили всего 8 студентов, из которых 3 девушки и 5 парней, а это 4% соответственно.

В следующем вопросе студенты отмечали, какие признаки экзаменационного стресса они у себя наблюдают. Испытуемым предлагалось выбрать один или несколько признаков.

Большинство обучающихся выбрали учащенное сердцебиение, боли в области сердца это 96 студентов, или 48,6 в процентном соотношении. На втором месте сухость во рту, этот признак выбрали 77 студента в общем количестве и это 39,1%. Следующий признак экзаменационного стресса, который отметили у себя обучающиеся - головные боли выбрали 73 испытуемых это примерно 37,1%. Что касается затрудненного дыхания то этот признак занял последнее место в нашем списке, его выбрали всего лишь 55 опрошенных, это 27,9% соответственно.

В последнем блоке, тестирование проводилось в открытой форме, студентам предлагалось ответить на вопрос «Как вы справляетесь с волнением перед экзаменами?», написав свое мнение. В итоге мнения большинства учащихся разделились, студенты применяют различные типы подавления тревоги во время экзамена.

Мы выделили 3 основные группы студентов: Первая категория студентов, это те, которые не фиксируют. Обучающиеся отметили такие приемы борьбы: своевременная подготовка к экзаменам; регулярное повторение материала, для закрепления; сосредоточенность на экзамене, концентрация; сохранение спокойствия; правильное распределение времени, совмещение отдыха и учебу.

Следующая категория обучающихся, которые отмечают у себя высокие переживания во время экзамена, низкий уровень стрессоустойчивости и никаких способов для подавления тревоги не

выделяют, однако стараясь себя успокоить, принимают фармакологические успокоительные препараты. Укрепляют свой организм и иммунитет приемом витаминов.

3 категория студентов, испытывают стресс перед экзаменами, но они прибегают к совершенно другим эффективным методам борьбы с экзаменационным волнением: спорт, медитация, прогулка, прослушивание музыки, общение, упражнения с дыханием, сон, не зацикливаются на заучивании вопросов, настраивают свой режим и регулярно отдыхают.

После проведения всего эксперимента, можно сделать вывод, что в основном студенты 1-4 курса Сельскохозяйственного института им. В. Двуреченского имеют повышенную стрессоустойчивость, отлично реагируют на негативные воздействия, как в жизни, так и на учебе. Несмотря на это во время экзамена отмечают у себя отрицательное влияние экзаменационного волнения на их соматическое здоровье.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Серебрякова, Т.А. Психология стресса: Учебное пособие. - Новгород ВГИПУ, 2007 – 143с.
2. Селье.Г. Очерки об адапционном синдроме / Г.Селье. М: Медгиз,1960. – 55с.
3. Щербатых Ю.В. Психология стресса и методы коррекции: Учебное пособие. - СПб: Питер, 2006. – 256с.

УДК 007.52

Ус Д.А., Самойлова Е.А.,

Научный руководитель: Сибирицева Н.Б., ст. преп.

*Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ MATLAB И SIMULINK ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ И АНАЛИЗА ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕМЕНТОВ САУ

В данном исследовании затронута тема анализа системы автоматического регулирования типа: астатический регулятор угловой скорости (Рис.1). В состав САУ входят: тиристорный преобразователь (усилитель мощности) ТП; электронный усилитель ЭУ; двигатель постоянного тока с независимым возбуждением ДПТ; редуктор РЕД; входное потенциометрическое измерительное устройство П_{вх};

Функциональная схема устройства (Рис.2). Исходные данные системы:

$$T_M = 0,03 \text{ с } T_K = 0,0125 \text{ с } K_{ред} = 1/300 \text{ К}_д = 1,4 \text{ Ред/Вс } K_{др}=2$$

$$\text{Ред/Вс } K_{ЭМУ} = 17 \text{ К}_{ЭУ} = 17 \text{ К}_{ПОТ} 70 \text{ В/рад}$$

$U_{зад}$

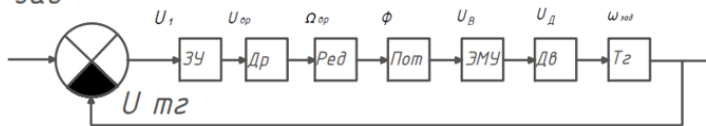


Рис. 2 Функциональная схема САУ

Для моделирования используется блок Transfer Fcn (Рис.3), он моделирует линейную систему с помощью передаточной функции переменной s в области Лапласа. Блок может моделировать системы с одним входом и одним выходом (SISO) и с одним входом и несколькими выходами (SIMO) [2].

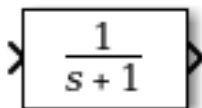


Рис. 3 блок Transfer Fcn Matlab

Электронный усилитель представляет собой схему на основе полупроводниковых элементов. Она построена таким образом, что входное напряжение пропорционально усиливается в пределах накладываемых технических возможностей схемы. КЧХ и ФЧХ электронного усилителя (Рис.3) построенные с помощью блока Transfer Fcn (Рис.4). $W_{ЭУ}(S) = \frac{U_{др}(S)}{U_1(S)} = K_{ЭУ} = 15,5$.

Характеристики усилительного звена, полученные с помощью Matlab сходятся с теоретическими.

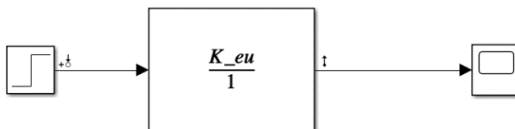


Рис. 4 блок Transfer Fcn Matlab для электронного усилителя

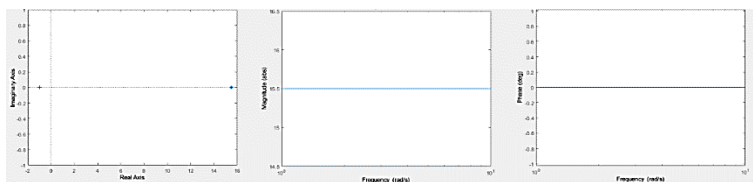


Рис. 5 Результаты компьютерного моделирования КЧХ АЧХ и ФЧХ электронного усилителя в среде MATLAB

Электронный усилитель мощности (ЭМУ). Выходное напряжение потенциометра поступает на обмотку управления ЭМУ (на вход первого каскада усиления). В результате воздействия этого напряжения в поперечной цепи ЭМУ индуцируется ЭДС $e = c \cdot i_B$ (c – величина зависящая от конструктивных особенностей ЭМУ, для двигателя она постоянна [3].

Закон Кирхгофа для обмотки возбуждения:

$$U_B = R_B \cdot i_B + L_B \frac{di_B}{dt}$$

R_B и L_B – активное сопротивление и индуктивность поперечной цепи ЭМУ.

$$\frac{U_B}{R_B} = \frac{e}{c} + \frac{L_B}{R_B \cdot c} \cdot \frac{de}{dt}$$

$$T_K \cdot \frac{de}{dt} + e = K_{ЭМУ} \cdot U_B$$

$T_K = \frac{L_B}{R_B}$ – постоянная времени цепи обмотки управления ЭМУ.

$K_{ЭМУ} = \frac{c}{R_B}$ – коэффициент усиления ЭМУ.

Так как напряжение на зажимах генератора $U_D = e$.

$$W_{ЭМУ}(S) = \frac{e(S)}{U_B(S)} = \frac{K_{ЭМУ}}{(T_K \cdot S + 1)} = \frac{17}{(0,0125 \cdot S + 1)}$$

Характеристики аperiodического звена, полученные с помощью Matlab сходятся с теоретическими. Анализ простых звеньев совпадает с теоретическим расчетом, следовательно можно использовать инструменты и функционал Matlab для анализа более сложных систем [4].

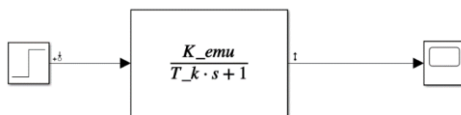


Рис. 6 блок Transfer Fcn Matlab для электронного усилителя мощности ЭМУ

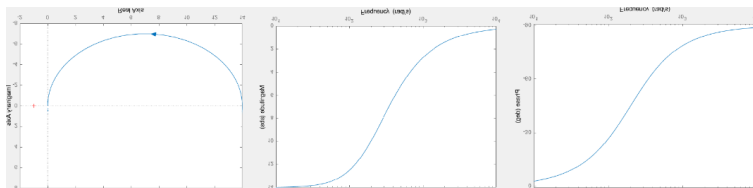


Рис. 7 Результаты компьютерного моделирования КЧХ АЧХ и ФЧХ электронного усилителя мощности ЭМУ в среде MATLAB

На основе функциональной схемы (Рис.2) и рассчитанных передаточных функций получим структурную схему САУ (Рис.8)

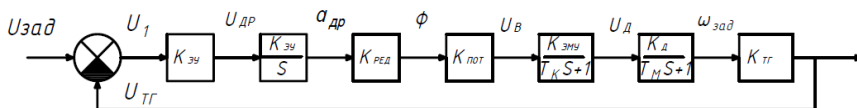


Рис. 8 Структурная схема САУ

По полученной структурной схеме составим передаточную функцию замкнутой системы:

$$W_{\text{раз}}(S) = \frac{K_{\text{ЭУ}} \cdot K_{\text{ДР}} \cdot K_{\text{РЕД}} \cdot K_{\text{ПОТ}} \cdot K_{\text{ЭМУ}} \cdot K_{\text{Д}} \cdot K_{\text{ТГ}}}{S(T_k \cdot S + 1)(T_M \cdot S + 1)}$$

$$W_3(s) = \frac{W(s)}{W(s) + 1} = \frac{\frac{k}{D(s)}}{\frac{k}{D(s)} + 1} = \frac{k}{D(s) + k} = \frac{K_{\text{ЭУ}} \cdot K_{\text{ДР}} \cdot K_{\text{РЕД}} \cdot K_{\text{ПОТ}} \cdot K_{\text{ЭМУ}} \cdot K_{\text{Д}} \cdot K_{\text{ТГ}}}{S(T_k \cdot S + 1)(T_M \cdot S + 1) + K_{\text{ЭУ}} \cdot K_{\text{ДР}} \cdot K_{\text{РЕД}} \cdot K_{\text{ПОТ}} \cdot K_{\text{ЭМУ}} \cdot K_{\text{Д}} \cdot K_{\text{ТГ}}}$$

По полученной передаточной функции замкнутой системы построены КЧХ ЛАЧХ и ЛФЧХ. Частотные характеристики позволяют исследовать динамические свойства систем в частотной области. Логарифмические графики удобны тем, что можно сравнительно небольшим графиком охватить весь диапазон частот с сохранением наглядности.

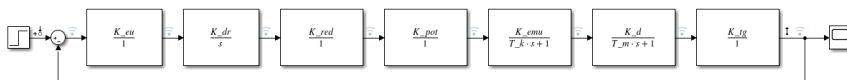


Рис. 9 блок Transfer Fcn Matlab для замкнутой САУ

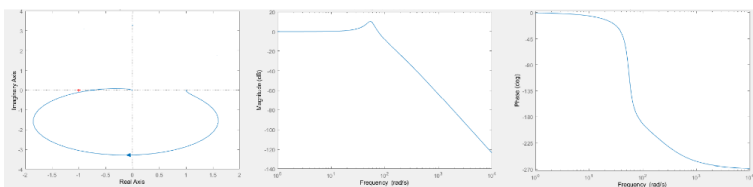


Рис. 10 Результаты компьютерного моделирования КЧХ ЛАЧХ и ЛФЧХ замкнутой САУ в среде MATLAB

Таким образом, рассмотренный способ построения и анализа характеристик САУ с помощью среды Matlab и Simulink продемонстрировал удобство и широкий диапазон возможностей для анализа систем. Получены КЧХ ЛАЧХ и ЛФЧХ, с помощью которых можно исследовать динамические характеристики САУ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Методы классической и современной теории автоматического управления: в 5-ти т; 2-е изд., перераб. и доп. Т.3. Синтез регуляторов систем автоматического управления / под ред. К.А. Пупкова, Н.Д. Пупкова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 204. – 616 с.
2. Ключев А.С., Карпов В.С. Синтез быстродействующих регуляторов для объектов с запаздыванием. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 176 с.
3. Белихмайер М.Я., Гончаров В.И. Синтез корректирующих устройств систем автоматического управления на основе равномерного приближения // Автоматика и телемеханика. – 1997. – №5. – С. 3 – 11.
4. Алексеев А.С., Антропов А.А., Гончаров В.И., Замятин С.В., Рудницкий В.А. Вещественный интерполяционный метод в задачах автоматического управления. – Томск: Изд-во ТПУ, 008. – 217 с.
5. Рубанов В.Г. Теория автоматического управления (математические модели, анализ и синтез линейных систем): учебное пособие: часть 1, Белгород, Изд-во БГТУ, 2005. – 199с.

УДК 628.358

Фам Тхи Тхом

*Научный руководитель: Головин В.Л., канд. техн. наук, проф.
Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток, Россия*

ОСНОВНЫЕ ПРОЦЕССЫ, ПРОХОДЯЩИЕ В ПОЧВЕ ПРИДООЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД

Одной из основных проблем очистки сточных вод является поиск эффективных и устойчивых методов снижения загрязнения окружающей среды. В этой связи в последнее время активно развивается сельскохозяйственное орошение стоками на земельных полях орошения (ЗПО), особенно в районах, где технические и экономические условия не позволяют применять сложные и дорогостоящие методы очистки сточных вод. Процесс придоочистки сточных вод основан на взаимодействии компонентов сточных вод и почвы. Этот процесс включает биохимические и химические реакции между органическими и неорганическими веществами в сточных водах и микроорганизмами и минералами в почве. Хорошее понимание основных процессов, происходящих в орошаемых почвах, важно для разработки эффективных и устойчивых методов очистки сточных вод, а также утилизации недоочищенных стоков при упрощенной их третичной обработке. Для проведения данного исследования были использованы монографии и статьи, анализирующие основные процессы, происходящие в почве придоочистки сточных вод. Цель данного исследования заключается в предоставлении базовых знаний о процессах очистки почвенных сточных вод и в содействии разработке эффективных и устойчивых методов очистки сточных вод.

Очистка сточных вод является одной из экологических функций почвы. Способность почвы очищать сточные воды зависит от типа почвы и типов загрязняющих веществ, присутствующих в сточных водах. В таблице показана степень удаления загрязняющих веществ в сточных водах за счет просачивания через почву.

Таблица – Почвенные процессы, обеспечивающие очистку сточных вод

Переменный	Эффект
Органические вещества	В то время как биоразлагаемый материал разлагается на более чем 90%, менее поддающийся биоразложению материал задерживается и впоследствии либо подвергается биоразложению, либо испаряется.
Фосфор	Ассимиляцией растениями уровень фосфора может быть снижен до уровня 1 мг/л или менее.
Азот	Удаление азота из воды может быть достигнуто на уровне, сравнимом с системами третичной очистки, путем его превращения в почве, а также путем усвоения микроорганизмами почвы и растениями.
Тяжелый металл	Избавление от тяжелых металлов может быть достигнуто с эффективностью от 70 до 95%, образуя комплексы с органическим веществом почвы, осаждением или метилированием.
Микроорганизмы	Очищение поверхности почвы может эффективно удалять яйца гельминтов и простейших, тогда как бактерии и вирусы могут прилипать к частицам почвы и затем удаляться при помощи микроорганизмов, присущих данной почве, через высыхание или другие механизмы. Успех этих процессов зависит от текстуры почвы, физической структуры и уровня органических веществ.
Токсичные органические соединения	Большинство из них удерживается в почве и затем подвергается биодеградации с разной скоростью.

Очистка сточных вод на почве может привести к сокращению количества патогенных бактерий на 6-7 логарифмических единиц и 100% снижению количества гельминтов и других простейших [1,2]. Общий органический углерод может быть снижен до 90%, при этом уровни стойких соединений в сточных водах, таких как фосфор (20–90%), азот (20–90%) и металлы (70–95%), также значительно снижаются [2,3]. Органический фосфор в сточных водах биологически превращается в фосфат; затем в щелочных или известковых почвах фосфат осаждается с кальцием, образуя фосфат кальция, который остается доступным для растений. В кислых почвах фосфат реагирует с оксидами железа и алюминия, образуя нерастворимые соединения, недоступные для растений. Иногда растворимый фосфат сначала иммобилизуется за счёт адсорбции на частицах почвы, а затем медленно возвращается в нерастворимую форму, что обеспечивает дальнейшую адсорбцию подвижного фосфата [4].

Органические соединения, как природные, так и синтетические, в большинстве своем быстро превращаются в почве в устойчивые соединения, которые, в некоторых случаях, являются нетоксичными, такими как гуминовые и фульвокислоты. По сути, почва способна биоразлагать больше разнообразных органических загрязнителей, чем то, что сообщается о водных потоках. Введение сточных вод в почву в контролируемых условиях, таких как ограниченное орошение и периодическое затопление, позволяет биоразлагать сотни килограммов углеродистых веществ на гектар в день, не оказывая вредного воздействия на окружающую среду [4]. Кроме того, уровень общего органического углерода в сточных водах значительно снижается с 80-200 мг/л до 1-5 мг/л в инфильтрационной воде [5].

Тяжелые металлы могут быть удалены во время инфильтрации почвы и удерживаться в органическом домене почвы в течение нескольких сотен лет. Металлы задерживаются в поверхностном слое почвы либо за счет комплексообразования с органическим веществом почвы, либо за счет осаждения при высоких значениях pH. Только небольшая часть металлов проникает в нижние слои почвенного профиля, и еще меньшая часть может усваиваться сельскохозяйственными культурами. Например, около 80-94% кадмия, меди, никеля и цинка могут быть удалены в первые 5-15 см почвенного профиля, 5-15% вымываются в нижние слои и только 1-8% могут поглощаться травой [6]. Фиторемедиация используется для очистки сточных вод в запланированных системах естественной очистки, таких как водно-болотные угодья. Однако необходимо знать, что некоторые съедобные культуры способны поглощать тяжелые металлы в большей степени, чем травы [7].

В долгосрочных и недавно орошаемых сточными водами почвах физические и химические свойства почвы играют решающую роль в естественной системе очистки, которая фильтрует и превращает загрязнители сточных вод [2,4,8]. Однако орошение сточными водами может изменять характеристики почвы и улучшать или ухудшать работу этой системы. Например, увеличение содержания органического вещества в почве может повысить удаление биологических, органических и неорганических загрязнителей, блокируя их путем адсорбции или комплексообразования, а также способствовать размножению разлагающих микроорганизмов [8,9]. Кроме того, обогащение органического вещества в орошаемых сточными водами почвах может улучшать задержку тяжелых металлов твердым матриксом, что приводит к снижению токсичности или увеличению потерь металлов в почве в результате выделения [10-12].

Также было обнаружено, что почвы, орошаемые сточными водами, развивают стойкость к загрязнителям тяжелых металлов [13,14]. Эта стойкость аналогична стойкости к антибиотикам и была зафиксирована для кадмия, хрома, цинка и никеля в почвах, орошаемых сточными водами в течение длительного времени. Выражение этих стойкостей приводит к увеличению метилирования тяжелых металлов в почве, что позволяет микроорганизмам выживать и продолжать те метаболические функции, которые повышают сельскохозяйственную продуктивность и очищают сточные воды.

Относительно органических загрязнителей, увеличение содержания органического вещества в почве, как правило, приводит к постепенному увеличению адсорбции растворенных веществ на почвенных частицах. Длительно орошаемые сточными водами почвы были обнаружены иметь увеличенную адсорбцию органических загрязнителей, таких как пестициды, фармацевтические препараты и эстрогенные гормоны, по сравнению с почвами, получающими воду только от дождя, из той же сельскохозяйственной зоны [15]. Способность почвы удерживать неполярные органические загрязнители увеличивается из-за повышения гидрофобности в результате применения сточных вод. Это приводит к продлению удержания органических загрязнителей в твердой матрице и стимулирует процессы биодegradации [16,17].

Также, увеличение содержания органического вещества в почве положительно влияет на удержание патогенов, переносимых сточными водами, поскольку почва обладает высокой аффинностью к клеточным мембранам этих патогенов. Длительно орошаемые сточными водами почвы были обнаружены иметь более высокую адсорбцию кишечных бактерий и простозоев, чем длительно орошаемые грунтовыми водами почвы из той же сельскохозяйственной зоны [1].

Обычно уровень рН в сельскохозяйственных почвах, которые орошаются очищенными сточными водами, склонен повышаться, но в некоторых случаях применение сточных вод может вызвать снижение рН [12]. Это обусловлено введением солей, таких как карбонаты, кальций, магний и натрий в сточные воды, что приводит к увеличению рН почвы. Однако минерализация органического вещества в почве также может вызвать снижение рН, которое может быть подвержено влиянию факторов, таких как тип почвы, климатические условия и качество сточных вод. Совместное действие повышенного рН и органического вещества в почве может буферизировать рН и предотвращать его снижение во время дождей или кислотных осадков. Этот буферный эффект также может способствовать удержанию

тяжелых металлов в поверхностных слоях почвы за счет образования нерастворимых основных солей. Кроме того, высокий рН в почве может способствовать адсорбции нейтральных и основных органических загрязнителей, которые склонны лучше всего адсорбироваться на нейтральных или щелочных почвах, чем на кислых.

Использование сточных вод для целей орошения может улучшить физические свойства почвы, такие как образование и устойчивость агрегатов, тем самым способствуя поддержанию аэробных условий в почве. Это, в свою очередь, может способствовать увеличению скорости аэробной биodeградации органических загрязнителей. Кроме того, почвы с лучшей структурой могут обладать большей способностью к адсорбции поллютантов за счет увеличения удельной поверхности почвенных частиц. Ожидается также, что степень биodeградации адсорбированных загрязняющих веществ будет выше при условии, что они остаются доступными для микроорганизмов после адсорбции. Однако в орошаемых почвах поры могут закупориваться взвешенными твердыми частицами, присутствующими в сточных водах, что приводит к аноксии. Следовательно, в таких условиях токсичные тяжелые металлы могут подвергаться химическому восстановлению с образованием нетоксичных частиц (например, Cr^{+6} в Cr^{+3} и As^{+5} в As^{+3}). Эти нетоксичные виды впоследствии могут быть иммобилизованы за счет образования нерастворимых гидроксидов.

Таким образом, основные процессы, которые происходят в почве при доочистке сточных вод, включают биохимические и химические реакции между сточными водами и компонентами почвы, а также особенности почвы и микроорганизмов. Это показывает, что возможность почвы играть роль эффективной системы очистки сточных вод может убедить политиков, занимающихся формированием правил и регуляций, что использование неочищенных/недоочищенных сточных вод на ЗПО является более безопасным и эффективным, чем сброс в водоёмы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Landa–Cansigno O. Retention of *Escherichia coli*, *Giardia lamblia* Cysts and *Ascaris lumbricoides* Eggs in Agricultural Soils Irrigated by Untreated Wastewater / O. Landa–Cansigno, J.C. Durán–Álvarez, B. Jiménez // *Journal of Environmental Management*. 2013. V. 128. P. 22–29.
2. Shengnan Q. Evaluation of the removal performance in long-term operation of bioaugmented subsurface wastewater infiltration systems under

a high hydraulic loading rate / Q. Shengnan, H. Fei, J. Binhui, J. Liping // Environmental Technology & Innovation. 2021. V. 24 (101918).

3. Niloufar G. Dissolved organic nitrogen removal and its mechanisms during simulated soil aquifer treatment / G. Niloufar, P. Krishna P // Science of The Total Environment. 2023. V. 881 (163516).

4. Bouwer H. Groundwater Recharge with Sewage Effluent // Water Science and Technology. 1991. V.23(10–12). P. 2099–2108.

5. Quanrud D.M. Fate of Organics During Soil–Aquifer Treatment: Sustainability of Removals in the Field / D.M. Quanrud, J. Hafer, M.M. Karpiscak, J. Zhang, K.E. Lansey, R.G. Arnold // Water Research. 2003. V. 37(14). P. 3401–3411.

6. Pescod M. Wastewater Treatment and Use in Agriculture, FAO irrigation and drainage Paper 47 // Rome: Food and Agriculture Organization. 1992.

7. Sobur A. Health risk assessment for heavy metal accumulation in leafy vegetables grown on tannery effluent contaminated soil / A. Sobur, T.Z. Fatema, M.M Meem, M. Nurnabi, A.M Zahangir, R.C. Tasrina // Toxicology Reports. 2022. V. 9. P. 346-355.

8. Rauch-Williams T. The role of organic matter in the removal of emerging trace organic chemicals during managed aquifer recharge / T. Rauch-Williams, C. Hoppe-Jones, J.E. Drewes // Water Research. 2010. V. 44 (2). P. 449-460.

9. Lin C. Heavy Metal Retention and Partitioning in a Large–Scale Soil–Aquifer Treatment (SAT) System Used for Wastewater Reclamation / C. Lin, Y. Shacahr, A. Banin, C. Lin // Chemosphere. 2004. V. 57(9). P. 1047–1058.

10. Friedel J.K. Effects of Long–Term Waste Water Irrigation on Soil Organic Matter, Soil Microbial Biomass and Its Activities in Central Mexico/ J.K. Friedel, T. Langer, C. Siebe, K. Stahr // Biology and Fertility of Soils. 2000. V. 31(5). P. 414–421.

11. Gadd G.M. Microbial Influence on Metal Mobility and Application for Bioremediation // Geoderma. 2004. V. 122(2–4). P. 109–119.

12. Kunhikrishnan A. The Influence of Wastewater Irrigation on the Transformation and Bioavailability of Heavy Metal(loid)s in Soil / A. Kunhikrishnan, N.S. Bolan, K. Müller, S. Laurenson, R. Naidu, W.I. Kim // Advances in Agronomy. 2013. V. 115. P. 219–273.

13. Ansari M.I. Biosorption of Nickel and Cadmium by Metal Resistant Bacterial Isolates from Agricultural Soil Irrigated with Industrial Wastewater / M.I. Ansari, A. Malik // Bioresource Technology. 2007. V. 98(16). P. 3149–3153.

14. Aleem A. Impact of Long–Term Application of Industrial Wastewater on the Emergence of Resistance Traits in Azotobacter

chroococum Isolated from Rhizospheric Soil / A. Aleem, J. Isar, A. Malik // Bioresource Technology. 2003. V. 86(1). P. 7–13.

15. Müller K. Impact of Long–Term Wastewater Irrigation on Sorption and Transport of Atrazine in Mexican Agricultural Soils / K. Müller, C. Duwig, B. Prado, C. Siebe, C. Hidalgo, J. Etchevers // Journal of Environmental Science and Health, Part B. 2012. V. 47(1). P. 30–41.

16. Müller K. A Critical Review of the Influence of Effluent Irrigation on the Fate of Pesticides in Soil / K. Müller, G.N. Magesan, N.S. Bolan // Agriculture, Ecosystems and Environment. 2007. V. 120(2). P. 93–116.

17. Yemane W. Effects of long-term irrigation practice on soil quality, organic carbon and total nitrogen stocks in the drylands of Ethiopia/ W. Yemane, H. Solomon, T. Gebeyehu, T. Kassa, A.G. Tigest // Journal of Arid Environments. 2023. V. 214 (104982).

УДК 004.42

Фарваев Э.Ф.

*Научный руководитель: Воробьева Г.Р., д-р техн. наук, доц.
Уфимский университет науки и технологий, г. Уфа, Россия*

ПОСТРОЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ИЗОЛИНИЙ ДЛЯ НЕРЕГУЛЯРНЫХ СЕТЕЙ МОНИТОРИНГА

Пространственной изолинией называют линию на карте, в каждой точке которой измеряемая величина имеет одинаковое значение. Изолинии используются в геоинформационных системах для визуализации, анализа, прогноза различных природных и иных явлений. Всем знакомым примером могут служить изолинии высоты над уровнем моря на картах в учебниках по географии. Такие изолинии отражают рельеф поверхности некоторой местности, по ним можно получить представление о наличии холмов, гор, оврагов и т.д.

Если говорить о картах, при помощи изолиний на них, кроме рельефа, можно отображать температуру (среднюю за период или конкретную в момент времени), кол-во осадков, скорости ветра, атмосферного давления и других физических показателей. Можно также отображать параметры вроде плотности населения.

Изолинии используются во многих прикладных и научных областях деятельности человека. Их строят для проведения анализа, выполнения прогнозов, наглядной визуализации величин.

Одна из основных задач при построении изолиний состоит в необходимости интерполировать известные (как правило, полученные эмпирическим путём) значения в определённых точках для того, чтобы

предсказать значения интересующей величины в других точках. Зачастую известные значения распределены по карте нерегулярно по объективным причинам (например, расположение метеостанций). Данный факт обуславливает актуальность построения изолиний при помощи методов, поддерживающих работу с нерегулярными сетями мониторинга.

Целью работы являлось разработать прототип веб API по построению пространственных изолиний. API должен принимать запрос с единственным параметром – временной меткой, в ответ на который возвращать информацию о построенных изолиниях, отражающих уровни определённой величины на всей области земного шара. В качестве формата ответа возьмём GeoJSON [1], являющийся одним из наиболее распространённых среди форматов описания фигур в географических координатах. В качестве визуализируемой изолиниями величины возьмём отклонение географического северного полюса от магнитного, но стоит отметить, что выбор данной величины роли не играет. Нам лишь важно, чтобы используемые датасеты содержали замеры нерегулярного характера.

В качестве примера в работе использованы данные о распределении значений геофизических параметров по поверхности Земли. Они получены с ресурса SuperMAG (<https://supermag.jhuapl.edu/>) и представляют собой показания измерений геомагнитного поля, берущиеся с магнитных обсерваторий и вариационных станций [2, 3].

Вышеуказанные данные характеризуются выраженной неоднородностью в виду того, что обсерватории и станции, на которых осуществляются измерения, в основном сосредоточены на территории Европы и Америки.

Все записи в датасете имеют временную метку и географические координаты места проведения измерения.

Для обеспечения возможности построения изолиний для определённой величины на некой поверхности или её участке, требуется иметь возможность получить значение данной величины в любой точке обозначенной поверхности/участка. Эмпирическим путём узнать эти значения в реальном мире не представляется возможным, поэтому на практике применяются предсказания значений на основе ограниченного числа заранее известных при помощи интерполяции.

Следовательно, одним из этапов достижения поставленной цели являлась интерполяция имеющихся значений на всю интересующую область исследования.

Методы интерполяции делятся на детерминированные и геостатистические. Детерминированные присваивают значение

величины в интерполируемой точке на основе измеренных значений в окрестности этой точки и на заданных математических формулах. Геоэкономические основаны на статистических моделях и анализе автокорреляции измеренных точек [4].

Принцип построения изолиний состоит в том, что берётся регулярная сетка со значениями в каждой ячейке, и для каждого значения, которое необходимо визуализировать в виде изолинии, определяется, какие рёбра данная изолиния пересекает, т.е. между какими из ячеек сетки она проходит. Определяются также точки на данных рёбрах, в которых значение величины равно значению изолинии. Эти точки находятся, как правило, при помощи линейной интерполяции значений величины на ребре между ячейками. Далее через найденные точки проводится линия и, при желании, сглаживается [5, 6].

Для прототипа разрабатываемого API выберем метод Clough Tocher, реализуемый методом `interpolate.griddata` библиотеки `scipy` для языка программирования Python [7]. Это детерминированный метод, основанный на подходе интерполяции сплайнами.

Построенные на стороне сервера изолинии будут необходимо передать по сети в виде, удобном для пользователей API, которыми могут являться, например, приложения для визуализации пространственных величин. Своего рода стандартом среди форматов для работы с пространственными данными является GeoJSON. Данный формат основан на JSON и представляет собой открытый стандарт представления пространственных фигур. В данном формате можно передавать точки, линии и полигоны на поверхности земного шара, а также вспомогательные элементы. В качестве системы координат используются геодезические широта и долгота.

В разработанном в процессе работы прототипе построенные по запросу клиента изолинии трансформируются в GeoJSON и передаются клиенту для дальнейшего использования.

В качестве инструментов воспользуемся библиотеками `numpy`, `scipy`, `matplotlib` и `geojsoncontour` для Python, т.к. они предоставляют богатые возможности для работы с данными, в т.ч. для их интерполяции и визуализации.

Алгоритм работы программного прототипа следующий:

1. Выбрать записи из датасета с указанной в параметре запроса временной меткой и разбить их на два массива. Первый содержит пары чисел: широту и долготу каждой известной точки. Второй содержит значения интересующей величины, в нашем случае – магнитного отклонения;

2. Создать регулярную сетку $[-90.90] \times [0..360]$ с произвольным шагом. В нашем случае выберем шаг 1. На неё попадут интерполированные значения, по которым далее будут построены изолинии;

3. Интерполировать значения на регулярную сетку при помощи функции `scipy.interpolation.griddata`;

4. По регулярной сетке построить визуализацию изолиниями при помощи библиотеки `matplotlib`;

5. Полученную визуализацию конвертировать в GeoJSON для дальнейшего использования при помощи библиотеки `geojsoncontour`.

Обратите внимание на некоторые особенности разработанного прототипа.

1. Для более наглядных изолиний программа осуществляет масштабирование изолиний. В случаях, когда значения в определённых областях значительно отличаются от остальных, в данных на сетке могут возникать пики. При визуализации изолиниями такие области заметны тем, что в них линии расположены очень близко друг к другу, а в остальных частях сетки они располагаются далеко, что приводит к большим пустым участкам вовсе без линий. Для облегчения анализа тенденций в данных мы использовали извлечение квадратного корня из значений для того, чтобы сгладить результирующую поверхность.

2. Многие методы интерполяции работают только в пределах выпуклой оболочки, сформированной точками с известными значениями. Для того, чтобы в результирующих изолиниях не наблюдалось разрывов на одной из линий долготы, программа работает с расширенной регулярной сеткой, т.е. дублирует выборку точек вправо и влево от сетки, т.е. на долготы от 360 до 720 и от -360 до 0. Это позволяет увеличить выпуклую оболочку, чтобы изолинии не разрывались в месте соединения начала и конца сетки (в нашем случае это линии долготы 0 и 360 градусов). В случае дальнейшего развития прототипа предлагается реализовать менее ресурсоёмкий способ экстраполяции данных за пределы оболочки.

В ходе работы был проведён обзорный анализ алгоритма построения изолиний, а также разработан прототип API, предоставляющий данные о построенных изолиниях в формате GeoJSON. Прототип работает с данными нерегулярных сетей мониторинга и осуществляет интерполяцию данных на регулярную сетку для построения изолиний. В процессе разработки были выявлены особенности подобных приложений, в частности необходимость помимо интерполяции данных проводить её экстраполяцию за пределы целевой области, для того, чтобы получить более точные изолинии.

Экстраполяция также может помочь в достижении непрерывности изолиний в случае замыкающейся поверхности, например, поверхности глобуса.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. The GeoJSON Format. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc7946>.
2. Gjerloev, J. W. A Global Ground-Based Magnetometer Initiative / J.W. Gjerloev // *Eos*. — 2009. — Vol. 90, No. 1. — с. 230-231.
3. Gjerloev, J. W. The SuperMAG data processing technique / J.W. Gjerloev // *J. Geophys. Res.* — 2012. — No. 117. — с. A09213.
4. Введение в методы интерполяции — ArcGIS Pro | Документация. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://pro.arcgis.com/ru/pro-app/latest/help/analysis/geostatistical-analyst/an-introduction-to-interpolation-methods.htm>.
5. Курахтенков Л. В. Разработка алгоритма построения изолиний по рассчитанным данным на сферической поверхности / Курахтенков Л. В., Кучумов А. А., Шкиль К. Ю. // *Т-Сomm – Телекоммуникации и Транспорт*. — 2017. — №5/2017 — с. 21-25.
6. Как работает инструмент Построение изолиний — ArcGIS Pro | Документация. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://pro.arcgis.com/ru/pro-app/latest/tool-reference/3d-analyst/how-contouring-works.htm>.
7. `scipy.interpolate.griddata` — SciPy v1.10.1 Manual. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://docs.scipy.org/doc/scipy/reference/generated/scipy.interpolate.griddata.html>.

Федоринов А.Ю., Еприццев М.А.

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, г. Санкт-Петербург, Россия

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА МЕСТНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ГЕОМЕТРИИ ГНУТОГО КОЛЕНА

Для анализа было выбрано 4 расчетных радиусов колена. Были выбраны следующие соотношения радиуса R (где $R=r_0=r_1=r$) к ширине колена b: 0,1; 0,2; 0,3; 0,4. гладкостенное

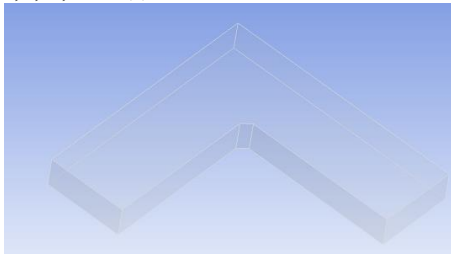


Рис.1. внешний вид исследуемого колена

Для заданных отношений радиусы R применяют следующие значения в миллиметрах: 20; 40; 60; 80. Расчет коэффициента местного сопротивления согласно справочнику по гидравлическим сопротивлениям И. Е. Идельчика для гладкостенного колена выполняется по следующей формуле:

$$\xi = \frac{\Delta p_b}{\rho \cdot w_c^2 / 2} = C_1 \xi_m + \xi_{тр}$$

где ξ_m и C_1 – табличные величины, $\xi_{тр}$ рассчитываются по формуле:

$$\xi_{тр} = 1 + \frac{0,2521 \cdot r}{b_0}$$

C_1 – табличная величина и равна 0,9

Таблица 1 Значения ξ_m , для выбранных отношений $\frac{r}{b_0}$

	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
ξ_m	1,1	0,9	0,8	0,69	0,6

Для отношения 0,1 имеем

$$\xi_{тр} = 1 + \frac{0,2621 \cdot r}{b_0} = 1 + \frac{0,2621 \cdot 20}{200} = 1,02512$$

$$\xi = C_2 \xi_M + \xi_{тр} = 1,1 * 0,9 + 1,02515 = 2,01621$$

Рассчитанные эмпирическим методом значения коэффициентов местных сопротивлений представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Рассчитанные эмпирическим методом значения ξ

R	20	40	60	80
$\xi_{тр}$	1,02621	1,05242	1,07863	1,10484
ξ	2,01621	1,86242	1,79863	1,72584

Расчет коэффициентов местного сопротивления в зависимости от геометрии объекта по данным, полученным в среде ANSYS.

$$\xi = \frac{P_1^n - P_2^n}{P_1^d}$$

Где P_1^n, P_2^n – полное давление на входе и выходе колена соответственно, Па;

P_1^d – динамическое давление на входе, Па.

$$\xi = \frac{6,5552 - 3,26802}{2,34742} = 4,184688$$

Расчет для радиусов R=20, 40, 60, 80 выполняется аналогичным образом. Результаты расчетов представлены в таблице 3.

Результаты расчетов представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты расчетов коэффициента ξ в среде ANSYS.

Радиус R	20	40	60	80
Коэффициент ξ	4,18468787	3,550514603	3,233077038	3,0573539

На рисунке 2 представлены графические зависимости изменения коэффициента сопротивления геометрии гнutoго колена.

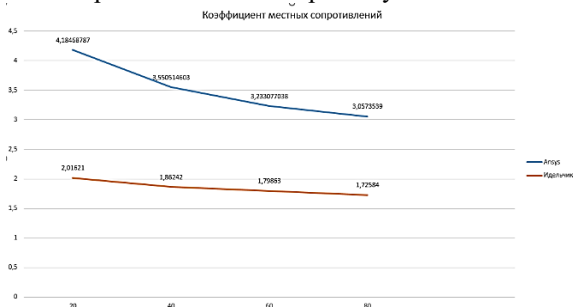


Рис. 2 Графическая зависимость изменения коэффициента ξ для бокового ответвления в зависимости от радиуса скругления

Графики не пересекаются, но несмотря на это у обоих графиков одинаковая тенденция изменения значений.

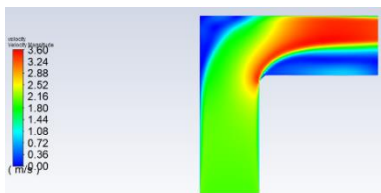


Рис. 3 Распределение скоростей при $R = 20$

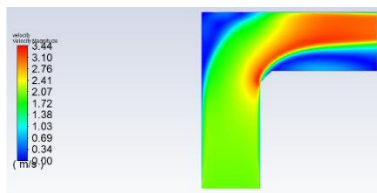
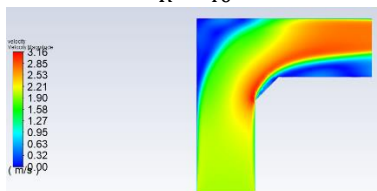
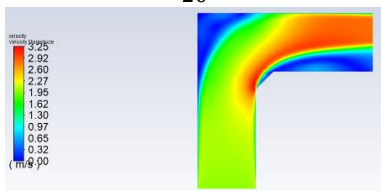


Рис. 4 Распределение скоростей при $R = 40$



Таким образом в статье рассмотрено влияние радиуса поворота колена прямоугольного профиля с углом поворота в 90° . Были рассчитаны коэффициенты местного сопротивления как эмпирическим методом, так и методом моделирования в Ansys Fluent. Значения для данных методов расходятся, однако функция возрастает и убывает на одинаковых участках среди рассмотренных геометрических параметров гнутого колена.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Идельчик, И.Е Справочник по гидравлическим сопротивлениям / Под редакцией М.О. Штейнберга. – М: «Машиностроение», 1992

УДК 629.7.038

Федоринов А.Ю., Епринцев М.А.

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, г. Санкт-Петербург, Россия

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ПУТЕЙ КОНТРОЛЯ АВИАДВИГАТЕЛЕЙ

Современный период развития авиационной техники характеризуется созданием новых летательных аппаратов, в особенности широкофюзеляжных самолетов с большой пассажировместимостью, что неизменно ведет к росту значения

надежности авиационных двигателей. Применение высоких степеней сжатия и температуры газа перед турбиной существенно усложняет обеспечение высокой надежности, выдвигая этот показатель в качестве первостепенного[2]. Работоспособность двигателя определяется одновременным влиянием большого количества факторов, имеющих подчас противоречивый характер. Например, увеличение мощности двигателя увеличивает скорость полета, а уменьшение потребляемого горючего увеличивает его дальность, однако оба этих изменения практически всегда приводят к уменьшению надежности, что не допустимо в отрасли авиастроения. В этих условиях разрешение противоречий является основным методом работы. Надежность двигателя закладывается при его проектировании, отрабатывается на стадии доводки, обеспечивается в серийном производстве и реализуется в процессе его эксплуатации. Практика показывает, что даже оптимально спроектированный двигатель требует длительной доводки. Причина заключается, прежде всего, в наличии ряда проблем, возникающих при проектировании. Как правило, двигатель закладывается на пределе существующих возможностей по КПД узлов, прочности материалов, массовым характеристикам и часто даже с учетом перспективы их развития. Даже небольшие несоответствия в расчетных и реальных показателях эффективности узлов и прочности деталей приводят к невыполнению технических требований и к необходимости тщательной экспериментальной отработки как рабочего процесса, так и прочности двигателя. Этап доводки двигателя более трудоемкий и продолжительный по времени, чем этап проектирования, и характеризуется большим напряжением в работе. Один из ответственных этапов создания двигателя — это выявление и прогнозирование критических состояний. В этой области существующие теоретические методы не всегда достаточно эффективны, и конструктор чаще всего вынужден полагаться на специальные эксперименты, вплоть до изготовления полноценного экспериментального образца и проведения на нем различных тестов. Стоит отметить, что после обработки результатов тестовой эксплуатации экспериментального образца, иногда приходится изготавливать следующее поколение экспериментальной модели, что значительно сказывается на стоимости разработки новых силовых установок авионики. Испытанию полноразмерного двигателя предшествуют испытания на специальных установках для отдельных деталей, узлов и систем по отработке прочности, газодинамических процессов, процессов горения и регулирования. От полноты и качества этой “поузловой” отработки в значительной степени зависит

эффективность отработки двигателя в целом[3]. В завершающей стадии отработки двигателя, когда получены все основные характеристики, определяющие технический уровень и, таким образом, определена окончательная типовая конструкция двигателя, проводится обширная программа специальных испытаний. В общем случае задачи технической диагностики ГТД сводятся к исследованию двигателя как объекта диагностирования, разработке методов технической диагностики, построению и организации системы диагностирования. Решение этих задач включает следующие этапы:

- выявление конечного множества возможных состояний двигателя, распознавание которых необходимо осуществлять в эксплуатации;

- анализ физических и физико–химических процессов, протекающих в элементах и системах конструкции двигателя при нормальном функционировании и при возникновении и развитии неисправности;

- разработку методов экспериментального определения диагностических параметров и признаков;

- выбор диагностических параметров и признаков, обеспечивающих распознавание состояний;

- разработку и обоснование выбора методов оценки состояния, поиска неисправностей и прогнозирования;

- разработку оптимальных алгоритмов диагностирования;

- разработку системы сбора, хранения и анализа диагностической информации;

- разработку системы технического диагностирования;

- внедрение и определение места технической диагностики в системе эксплуатации с целью обеспечения оптимизации процесса при техническом обслуживании по обнаружению неисправностей и предотвращению отказов, определения необходимости регулировок, полного использования ресурса узлов, агрегатов и систем планера и силовой установки при минимальных трудозатратах на эксплуатацию;

- разработку рекомендаций по совершенствованию двигателей как объектов диагностирования.

Методы обработки и анализ результатов измерений экспериментальных исследований систем контроля авиадвигателей позволяет и дает экспериментатору понимание[4]:

- как нужно организовать эксперимент, чтобы наилучшим образом решить поставленную задачу (в смысле затрат времени и средств или точности результатов);

- как следует обрабатывать результаты эксперимента, чтобы

получить максимальное количество информации об исследуемом явлении;

– какие обоснованные выводы можно сделать об исследуемом объекте по результатам эксперимента;

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Фалалеев, С.В. Современные проблемы создания двигателей летательных аппаратов электрон, учебное пособие / Минобрнауки России, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С.П.Королева (Нац. исслед. ун-т) — Самара. 2012.

2. Динамика и прочность авиационных двигателей и энергетических установок: учеб. пособие / А. М. Уланов. - Самара: Изд-ВО Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2011. - 49 с

3. Соляников В. А., Жужукин А. И. Прогнозирование долговечности лопаток турбин методом поузловых эквивалентных испытаний // Известия Самарского научного центра РАН. 2011. №6-1

4. Адгамов Р.И. и др. Обработка и анализ информации при автоматизированных испытаниях ГТД — М.: Машиностроение, 1987. — 216 с

УДК 620.16

Цай Цзычжо

Научный руководитель: Давыдова Э.В., ст. преп.

*Московский государственный технологический университет
им. Н.Э. Баумана, г. Москва, Россия*

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕЙСТВИЯ ПОДВОДНОГО РОБОТА СО СТРУКТУРОЙ ИЗ ТАНТАЛОВОГО СПЛАВА

Современные корабли часто имеют много слоёв защитных конструкций. Использование подводных роботов с конструкциями из танталового сплава может значительно повысить эффективность борьбы с кораблями. [1,2].

Облицовка этой структуры под водой будет под действием заряда деформировать металлическую пластинку в форму пули или стержня и увеличивать ее к цели [3].

В данной работе используется теоретический анализ для проектирования структуры из танталовых сплавов с малым отношением длины к диаметру. Было проведено численное моделирование формирования сплава и было изучено изменение формы и скорости

сплава при проникновении в водную среду, также рассмотрено разрушение целевых пластин в результате воздействия сплава.

Когда танталовый сплав формируется и проникает в воздух, глубина проникновения пропорциональна отношению его длины к диаметру. Когда танталовый сплав попадает в воду, сплав сильно деформируется, а хвост ломается. Поэтому, чем меньше масса хвоста, тем меньше потери энергии сплава, и следует выбирать структуру с малым отношением длины к диаметру [4].

Облицовка является основным компонентом структуры, и материал, форма, конструкция и процесс изготовления оболочки таблетки играют решающую роль в характеристиках и мощности.

Одной из наиболее успешных моделей терминальной баллистики является модель АТ (Алексеевского-Тейта) [5–7], основанная на модифицированном уравнении Бернулли, показанная ниже.

$$\frac{1}{2} \rho_p (V - U)^2 + Y_p = \frac{1}{2} \rho_t U^2 + R_t \quad (1)$$

По второму закону Ньютона получается уравнение движения проникающего стержня:

$$\rho_p L \frac{dV}{dt} = -Y_p \quad (2)$$

Согласно этим двум формулам, известно, чем выше плотность и пластичность облицовки, тем лучше разрушение структуры. В табл. 1 приведены рабочие параметры для трех широко используемых промышленных металлов [8].

Таблица 1 – Параметры трех металлических материалов

Металл	Плотность / (g/cm ³)	Предел текучести /МПа	Удлинение /%
Тантал	16.65	137.8	45
Медь	8.96	152.0	30
Железо	7.89	227.5	25

Поэтому материалом для облицовки является Та2.5W.

В соответствии со свойствами материала танталового сплава толщина облицовки δ должна быть рассчитана по следующей формуле.

$$\delta = (0.015 \sim 0.04) D_k \quad (3)$$

где D_k — толщина облицовки

Структура показана на рис. 1.

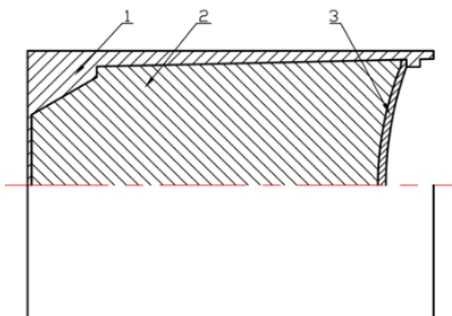


Рис. 1. Структура
1 - оболочка, 2 - взрывчатое вещество, 3 - облицовка

Благодаря высокой степени временной независимости от геометрических и материальных нелинейностей AUTODYN подходит для моделирования формовок сплава и интрузий [9–12]. Ниже перечислены каждый единичный материал, выбранные для них, уравнения состояния и внутренняя модель (табл. 2).

Таблица 2 – Параметры моделирования для каждого блока

Единица	Плотность / (g/cm ³)	Метод решения	Уравнение состояния	Внутренняя модель
Воздух	0.001225	Euler	Ideal Gas	None
Comp-B	1.717	Euler	JWL	None
Ta2.5W	16.69	Lagrange	Shock	Steinberg Guinan
Жилье	7.83	Euler	Linear	Johnson Cook
Пластина 1	7.83	ALE	Linear	Johnson Cook
Вода	1.0	Euler	Shock	None
Пластина 2	7.83	ALE	Linear	Johnson Cook

Модель состоит из двух частей – структура из танталового сплава и целевые пластины, как показано на рис. 2.



Рис. 2. Построение модели

В воде головка структуры постоянно сдавливается и размывается водой, в результате чего скорость головки меньше скорости хвоста. В конце концов, хвост отрывается (рис. 3).



Рис. 3. Форма структуры в различные моменты

Когда структура проникает в первый слой целевых пластин, он производит несколько фрагментов. Эти фрагменты вместе с структурой атакуют второй слой. В то же время волна давления, создаваемая структура в воде, воздействует на вторую целевую пластину. Когда условия текучести выполнены, целевая пластина подвергается пластической деформации и образуются отверстие (рис. 4).



















Рис. 4. Повреждение целевой пластины

Для оптимизации проникающей способности структуры в данной работе используется ортогональная конструкция [13] с упором на толщину облицовки δ , внутренний радиус кривизны r_1 , внешний радиус кривизны r_2 и высоту взрывчатого вещества L (табл. 3~4).

Таблица 3 – Четыре уровня ортогонального дизайна

Класс	δ /mm	r_1 /mm	r_2 /mm	L /mm
1	3.4	119.5	130.0	140
2	3.5	120.0	130.5	145
3	3.6	121.0	131.5	150
4	3.7	121.5	132.0	155

Таблица 4 – Результаты исследования

Вариант	δ /mm	r_1 /mm	r_2 /mm	L /mm	V /(m/s)	L/D	Форма
1	3.4	119.5	130.0	140	1690	1.96	
2	3.4	120.0	130.5	145	1748	2.09	
3	3.4	121.0	131.5	150	1755	2.21	
4	3.4	121.0	131.5	150	1764	2.74	
5	3.5	119.5	130.5	150	1753	2.03	
6	3.5	120.0	130.0	155	1762	2.67	
7	3.5	120.0	132.0	140	1585	2.39	
8	3.5	121.5	131.5	145	1703	2.27	
9	3.6	119.5	131.5	155	1744	1.67	
10	3.6	120.0	132.0	150	1738	1.53	
11	3.6	121.0	130.0	145	1747	1.53	
12	3.6	121.5	130.5	140	1684	2.32	
13	3.7	119.5	132.0	145	1699	1.69	
14	3.7	120.0	131.5	140	1693	1.93	
15	3.7	121.0	130.5	155	1702	2.18	
16	3.7	121.5	130.0	150	1690	2.29	

На основе результатов оптимизации структура моделируется.

Оптимизированный результат с более высокой дульной скоростью и меньшим соотношением L/D для лучшей формы (рис. 5).

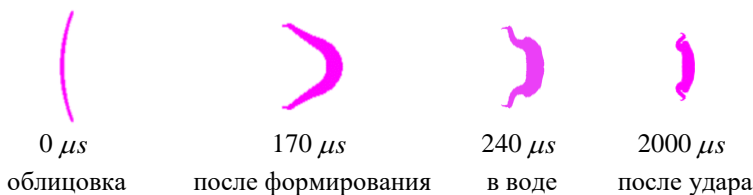


Рис. 5. Форма оптимизированной структуры в различные моменты времени

1. Во время движения структуры в воде вода снижает скорость и массу структуры и может вызвать деформацию структуры. Разница в массе и скорости головы и хвоста создаёт градиент скорости, и хвост очень легко отделяется от основного тела. Структура с плотными головками и меньшими хвостовыми юбками имеет лучшие проникающие характеристики.

2. Обломки, волны давления и тело структуры являются важными повреждающими элементами. Первая целевая пластина дробится, а часть материала остаётся в головке тела, образуя осколки. Осколки имеет высокую скорость и лучший профиль. Высокоскоростное движение тела в воде создаёт волну давления, которая действует на пластину цели, что приводит к пластической деформации и способствует проникновению. После разделения головки и хвоста структуры остаётся головка с более высокой скоростью для проникновения в заднюю пластину.

3. Конструктивные параметры подводной части структуры влияют на скорость в порядке $L > \delta > r_1 > r_2$; и на соотношение L/D структуры в порядке $\delta > L > r_1 > r_2$.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Zhang Z., Wang L., Silberschmidt V. V. Damage response of steel plate to underwater explosion: Effect of shaped charge liner //International Journal of Impact Engineering. – 2017. – Т. 103. – С. 38-49.

2. Borkowski J. et al. Application of sintered liners for explosively formed projectile charges //International Journal of Impact Engineering. – 2018. – Т. 118. – С. 91-97.

3. Walters W.P., Zukas J.A. Fundamentals of shaped charges. Wiley-Interscience, 1989.
4. Hussain G. et al. Analytical performance study of explosively formed projectiles // Journal of applied mechanics and technical physics. – 2013. – T. 54. – №. 1. – C. 10-20.
5. Alekseevskii V.P. Penetration of a rod into a target at high velocity // Combustion, explosion and shock waves. Springer, 1966. Vol. 2, № 2. P. 63–66.
6. Tate A. Long rod penetration models—Part II. Extensions to the hydrodynamic theory of penetration // International Journal of mechanical sciences. Elsevier, 1986. Vol. 28, № 9. P. 599–612.
7. Tate A. A theory for the deceleration of long rods after impact // Journal of the Mechanics and Physics of Solids. Elsevier, 1967. Vol. 15, № 6. P. 387–399.
8. Cardonne S.M. et al. Tantalum and its alloys // International Journal of Refractory Metals and Hard Materials. Elsevier, 1995. Vol. 13, № 4. P. 187–194.
9. Rolc S., Buchar J., Akstein Z. Computer simulation of explosively formed projectiles (EFP) // Proc. of the 23th Int. Symp. on Ballistics. 2007. P. 185–192.
10. Johnson G.R. A constitutive model and data for materials subjected to large strains, high strain rates, and high temperatures // Proc. 7th Inf. Sympo. Ballistics. 1983. P. 541–547.
11. Banerjee B. The mechanical threshold stress model for various tempers of AISI 4340 steel // International Journal of Solids and Structures. Elsevier, 2007. Vol. 44, № 3–4. P. 834–859.
12. Johnson G. R., Stryk R. A. Some considerations for 3D EFP computations // International Journal of Impact Engineering. – 2006. – T. 32. – №. 10. – C. 1621-1634.
13. Wang B. et al. Investigation of the effect of humidity at both electrode on the performance of PEMFC using orthogonal test method // International Journal of Hydrogen Energy. Elsevier, 2019. Vol. 44, № 26. P. 13737–13743.

Цапенко А.А., Матушкина А.В.

*Научный руководитель: Брыкова Л.В., канд. пед. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ЛОБАЧЕВСКИЙ И ЕГО НАСЛЕДИЕ

Николай Иванович Лобачевский родился 1 декабря 1792 в Нижнем Новгороде (ныне г. Горький). В 1807 году, окончив гимназию, он поступил в Казанский университет. В 1811 году, завершив обучение, Лобачевский получил степень магистра и был оставлен при учебном заведении. В 1819 году Лобачевского назначили деканом физико-математического факультета Казанского университета. С 1816 Н.И. Лобачевский – профессор того же университета, с 1827 по 1846 гг – ректор университета. С 1846 по 1855 гг – помощник попечителя Казанского учебного округа. Скончался Н. И. Лобачевский 24 февраля 1856 г [3].

В течение первых лет преподавательской деятельности в Казанском университете Н. И. Лобачевский настойчиво пытался доказать V постулат Евклида. Напоминаем, V постулат звучит следующим образом: если прямая, падающая на две прямые, образует внутренние и по одну сторону углы, меньшие двух прямых, то продолженные эти две прямые неограниченно встретятся с той стороны, где углы меньшие двух прямых [7].

Пятый постулат – последнее и самое сложное из предложений, включенных Евклидом в его аксиоматику геометрии. Многие математики, жившие после Евклида, полагали, что эта аксиома – лишняя, т.е. она может быть доказана как теорема на основании остальных аксиом [1].

Еще во времена Евклида было предложено несколько его доказательств, но все они содержали ошибки. Однако проблема постулата была решена, но не совсем ожидаемым способом, оказалось, что постулат доказать невозможно. Н.И. Лобачевский, чтобы это подтвердить, построил логическую систему, в которой, сохраняя основной посыл Евклида, он отвергает V постулат и заменяет его аксиомой о параллельных Лобачевского: через точку, не лежащую на данной прямой, проходят, по крайней мере, две прямые, лежащие с данной прямой в одной плоскости и не пересекающие ее [1].

Он пришел к выводу, что эта логическая схема представляет собой новую геометрию и назвал «воображаемой», которая может быть развита так же успешно, как и геометрия Евклида.

Таким образом, история создания геометрии Лобачевского одновременно является и историей многочисленных попыток доказать пятый постулат Евклида.

Геометрия Лобачевского — первая геометрическая система, отличная от геометрии Евклида, и первая более общая теория. Неевклидовы геометрии (НГ) – это целый пласт теорий в математике, где основой является отличный от Евклидова пятый постулат [1]. Неевклидовы геометрии имеют существенные приложения в математике (теории аналитических функций, теории групп и др.) и смежных с нею областях (например, в теории относительности). Эти приложения основаны на том, что разнообразные конкретные модели НГ связаны с различными объектами и понятиями указанных разделов математики и смежных с нею областей.

В 1829 году вышел в свет «Казанский вестник» с сочинением Лобачевского «О началах геометрии», содержащий обстоятельное изложение доклада, представленное Лобачевским Ученому совету физико-математического факультета казанского университета 11 (23) февраля 1826 года [4].

В этом труде гениальный математик дал первое печатное изложение своих революционных идей. Лобачевский считает неправильным, что непересекающихся прямых может быть только две.

Новизна идей и глубина полученных результатов наряду со сжатостью изложения работ Н.И. Лобачевского долгое время были серьезными препятствиями для понимания новой геометрической системы. Статью Лобачевского даже отправляли «великим ученым» в Петербург, но и здесь никто ничего не понял, и работа была квалифицирована как бессмысленная [5].

Проблема заключалась в том, что Евклид свой постулат сформулировал только для плоскости. Т.е., если мы нарисуем прямую A и точку на плоскости, то через эту точку, и правда, можно провести всего одну прямую B , не пересекающую предыдущую. Но если мы будем рассматривать кривую поверхность, то заметим, что на ней, прямых не пересекающих прямую A , будет гораздо больше. Геометрия Лобачевского описывает не плоское пространство, а оперирует понятиями гиперболического пространства, которое имеет некоторую отрицательную кривизну. Хорошей моделью такого пространства являются геометрические тела, похожие на воронку и седло.

Визуальное отличие геометрии Евклида от геометрии Лобачевского можно представить следующим образом (рис.1):

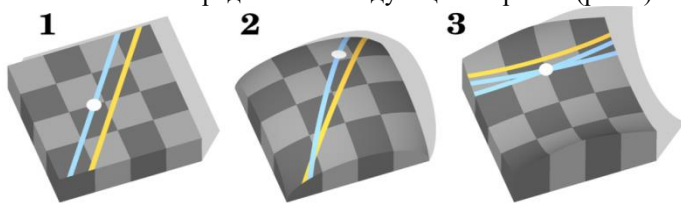


Рис. 1 Визуальное отличие геометрий Евклида, Римана и Лобачевского

1. Евклидова геометрия — через белую точку проходит только одна прямая, которая не пересекает желтую прямую.

2. Геометрия Римана — любые две прямые пересекаются (не существует параллельных прямых).

3. Геометрия Лобачевского — существует бесконечно много прямых не пересекающих желтую линию и проходящих через белую точку.

Работы Лобачевского по геометрии представляют собой новый этап в развитии естествознания (недаром английский математик XIX в. Клиффорд называл Лобачевского Коперником геометрии) [6]. До Лобачевского евклидову геометрию считали единственно возможным учением о пространстве. Работы Лобачевского опровергли такой взгляд, привели к широким обобщениям в геометрии и их важнейшим приложениям в различных разделах математики, механики, физики и астрономии. Так, например, в расчетах современных синхрофазотронов используются формулы геометрии Лобачевского.

Для более наглядного понимания, мы можем сравнить 3 вида геометрии на примере фигуры треугольника:

- Евклидова геометрия (элементарная геометрия);
- Геометрия Римана (эллиптическая);
- Геометрия Лобачевского (гиперболическая геометрия).

Сумма углов треугольника в этих геометриях разная. Теорема о том, что сумма углов треугольника равна 180° , доказывается при помощи аксиомы о параллельных прямых.

В Евклидовой геометрии каждый треугольник имеет 3 угла с сумой 180 градусов.

Эллиптическая геометрия - это пример геометрии, в которой постулат параллельности Евклида не выполняется. Вот в ней-то как раз параллельные прямые пересекаются. Классический тому пример из школьной программы – меридианы на глобусе. Вместо этого, как и в сферической геометрии, нет параллельных линий, поскольку любые две

прямые должны пересекаться. Однако, в отличие от сферической геометрии, обычно предполагается, что две линии пересекаются в одной точке (а не в двух). Из-за этого эллиптическая геометрия, иногда называется одиночной эллиптической геометрией, тогда как сферическая геометрия иногда упоминается как двойная эллиптическая геометрия [8].

Геометрия Римана реализуется на поверхностях с постоянной положительной гауссовой кривизной. Эллиптическая геометрия имеет множество свойств, которые отличаются от свойств классической евклидовой плоской геометрии. Например, сумма внутренних углов любого треугольника всегда больше 180° .

Появление этой геометрии в девятнадцатом веке стимулировало развитие неевклидовой геометрии в целом, включая гиперболическую геометрию.

Так как эта аксиома «не работает» в геометрии Лобачевского, то, поэтому, сумма углов треугольника у Лобачевского меньше 180° .

Разность между 180° и суммой углов треугольника в геометрии Лобачевского называется дефектом этого треугольника (рис.2).

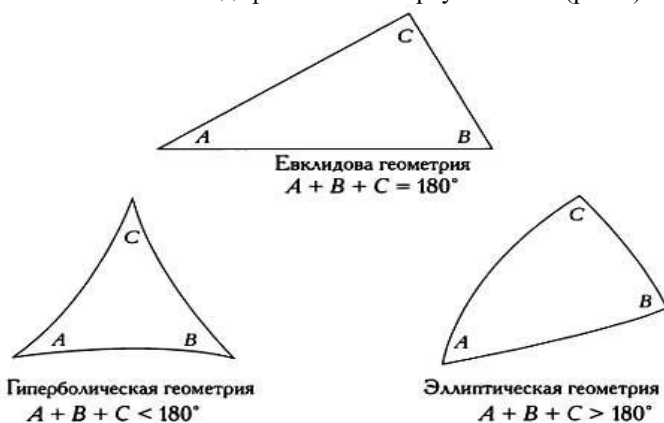


Рис. 2 Треугольник в евклидовой, гиперболической и эллиптической геометрии

Историческое значение гиперболической геометрии состоит в том, что ее построением Лобачевский показал возможность существования геометрии, отличной от евклидовой, что знаменовало новую эпоху в развитии геометрии и математики. В ней углы равностороннего треугольника могут быть не равны между собой (рис.3).

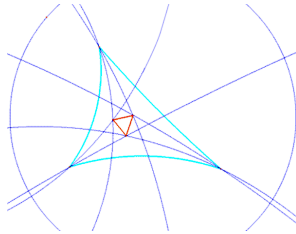


Рис. 3 Равносторонний треугольник в гиперболической геометрии

Реализовать геометрию Лобачевского можно на обычной евклидовой плоскости. Примером служит модель Пуанкаре (рис.4).

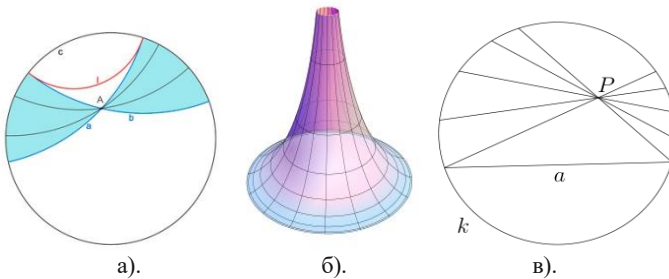


Рис. 4 Модель Пуанкаре

а - конформно-евклидова модель, модель Пуанкаре;
 б - псевдосфера; в - проективная модель (модель Клейна)

Плоскость в модели - внутренность обычного круга радиусом 1, а прямыми выступают дуги окружностей, перпендикулярных границе этого круга (окружности перпендикулярны, когда перпендикулярны их касательные в точках пересечения). Легко заметить, что через точку A , не лежащую на прямой l , действительно можно провести множество прямых, не пересекающих l . Все они находятся внутри угла, образованного прямыми a и b . Параллельными в смысле Лобачевского называются прямые, имеющие общую точку на абсолюте (границе круга, которая не принадлежит плоскости). Таким образом, прямые l и a , а также прямые l и b параллельны между собой, но при этом прямые a и b не параллельны (рис. 4 а).

Также геометрию Лобачевского можно представить на поверхности в трехмерном пространстве – псевдосфере. Псевдосфера – поверхность постоянной отрицательной кривизны, образуемая вращением особой кривой (трактрисы) около ее асимптоты. Прямыми

Лобачевского на этой поверхности являются геодезические линии (кратчайшие расстояния между 2 точками на поверхности), (рис.4 б).

Проективная модель — первая модель геометрии Лобачевского. Через точку Р проходит бесконечно много прямых, не пересекающих прямую а (рис. 4 в). Плоскость Лобачевского представлена в этой модели внутренностью абсолюта. Прямая плоскости Лобачевского — это хорда абсолюта, соединяющая две идеальные точки (точки, не принадлежащие плоскости).

Построенные модели по геометрии Лобачевского дали доказательство её непротиворечивости.

Исследования Лобачевского получили широкое признание после его смерти. Лишь благодаря исследованиям Бернгарда Римана, проведенным в середине XIX века, а также публикации после смерти Гаусса его переписки с некоторыми его друзьями-математиками, в которой содержались высокие оценки исследованиям Лобачевского и Бойяи, геометрия Лобачевского заслужила должное признание во всем мире.

В 1871 г. знаменитый немецкий математик Ф. Клейн (1849—1925) в работе «О так называемой неевклидовой геометрии» доказал непротиворечивость геометрии Лобачевского, чем устранил последние сомнения в ее правомерности [2].

Лобачевский на полстолетия опередил математическую мысль XIX в. Неевклидова геометрия стала наиболее впечатляющим, интеллектуальным свершением 19 в. Она ясно продемонстрировала, что математику нельзя более рассматривать как свод непрерываемых истин [1].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Акимова И. Я., Ахметова Ф. Х. Заметки о геометрии Лобачевского // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2016. – № 6 (июнь). – С. 62–67. – URL: <http://e-koncept.ru/2016/16123.htm>. (дата обращения: 15.04.2023).

2. Атанасян С.Л. Геометрия 1 [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / С.Л. Атанасян, В.Г. Покровский; под ред. С.Л. Атанасяна. — Эл. изд. — Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf : 334 с.). — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. (дата обращения: 15.04.2023).

3. Биография Николая Лобачевского // РИАНОВОСТИ: [сайт]. – 2020. – URL: <https://ria.ru/20121201/912875559.html>__ (дата обращения: 15.04.2023).

4. Брыкова Л.В. Графическое образование в России: история и современность. / Монография/ Авт. Л.В. Брыкова. – Губкин; Старый Оскол: ООО «Ассистент плюс», 2018. – 151 с.

5. Ковешников Е.В., Савченко В.Н. Неполнота и неопределённость классической геометрии Евклида и история их преодоления в геометриях Лобачевского, Римана, Гильберта и Мандельброта // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2011. №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/nepolnota-i-neopredelyonnost-klassicheskoy-geometrii-evklida-i-istoriya-ih-preodoleniya-v-geometriyah-lobachevskogo-rimana-gilberta-i> (дата обращения: 20.04.2023).

6. Краткий курс истории. Создатель неевклидовой геометрии// История РФ: [сайт]. – 2018. – URL: <https://histrf.ru/read/articles/kratkii-kurs-istorii-sozdaniel-nieevklidovoi-ghieometrii>____(дата обращения: 15.04.2023).

7. "Начала» Евклида. Постулаты и аксиомы у Евклида//Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов: [сайт]. – 2020. – URL: <http://files.school-collection.edu.ru/dlrstore/6fd45c55-62ed-2b0d-9649-6aae9e9c1a98/00145619602220154.htm> (дата обращения: 15.04.2023).

8. Эллиптическая геометрия// Wiki/ru: [сайт]. – 2018. – URL: https://hmn.wiki/ru/Elliptical_geometry (дата обращения: 15.04.2023).

УДК 004

Чепурченко Д.Е.

Научный руководитель: Кравцова О.С., канд. техн. наук, доц.

Старооскольский филиал «Российского государственного геологоразведочного университета имени Серго Орджоникидзе» (СОФ МГРИ),

г. Старый Оскол, Россия

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВИРТУАЛЬНЫХ ДОСОК PADLET И SBOARD

Развитие и применение информационных технологий во всех сферах общества является одним из главных достижений человечества. Современные цифровые технологии активно внедряются в нашу жизнь, это обусловлено влиянием экономической обстановки на подготовку более компетентных специалистов востребованных профессий. Большинство низкоквалифицированных работ, поддающихся автоматизации, со временем будут полностью заменены искусственным интеллектом, роботами.

Информационная среда обучения, информационные технологии сыграли важную роль в поддержке развития высшего образования в сложившейся в последнее время эпидемиологической обстановке [1].

Информационные технологии в образовательном процессе, как правило, рассматривают в трех аспектах: как объект исследования, как способ обучения и как инструмент автоматизации учебной деятельности [2].

Сегодня виртуальные онлайн-доски используются преподавателями и студентами как эффективный инструмент образовательной деятельности. Подача учебного материала становится более понятной и интерактивной, это делает обучение увлекательным и повышает мотивацию у студентов.

Padlet - это удобная платформа, которая дает возможность студенту и преподавателю взаимодействовать в режиме реального времени. Можно воспользоваться готовыми шаблонами доски (в формате стены, ленты, холста, колонок, беседы, карты, хронологии или раскладовки) или создать собственную уникальную доску и разместить контент не по шаблону.

Виртуальную доску Padlet можно использовать в следующих целях:

1. Для повторения изученного материала. Преподаватель может подготовить доску, поместив на неё основную информацию по темам прошлых занятий. Любой студент сможет закрепить изученный ранее материал и задать преподавателю вопрос, если ему что-то не понятно в теме.

2. Для хранения и организации учебных материалов. Преподаватель и студенты могут размещать и структурировать на доске лекции, презентации, конспекты, практические занятия и ссылки на полезные источники по определенной теме или даже по целому курсу. А каждый студент сможет в любое время вернуться к материалам урока, изучить пропущенный материал.

3. Для проведения коллективного «мозгового штурма» или дискуссии среди обучающихся. Любой студент может высказать своё мнение, зафиксировать на доске свои идеи и мысли. В результате получится множество идей для решения каждого вопроса. А другие студенты смогут увидеть ответы своих одноклассников и прокомментировать их, а затем выбрать лучшее решение по мнению всего коллектива.

4. Для проверки изученного материала и получения обратной связи. Преподаватель может провести тестирование студентов после изучения любой темы или разместить на доске домашнее задание. Затем

преподаватель сможет проверить и прокомментировать ответы студентов, добавив текст, ссылку на полезный ресурс или видео с обратной связью. При этом весь ход работы над заданием и комментарии сохраняется на доске и доступны всем.

5. Для создания совместных проектов и обмена информацией. Студенты могут организовать коллективный сбор информации на доске по выбранной теме в рамках общего проекта или задания.

6. Для ведения конспектов занятий. Во время занятия обучающиеся могут коллективно добавлять на доску основные тезисы лекции или вопросы, которые возникли в ходе занятия.

Использование сервиса Padlet весьма сильно экономит время: в ней можно работать в режиме реального времени – преподавателю не нужно скачивать документ с работой обучающегося, он может проверить ее онлайн.

На интерактивной доске можно разместить контент следующих форматов: текст, ссылку на сторонний ресурс, изображение, видео (записанное с веб-камеры или камеры телефона), аудио (записанное прямо в Padlet), рукописную заметку.

Нами была создана виртуальная доска для занятий по математике (рисунок 1). Мы выбрали вариант «Колонки». Вся информация располагается в виде колонок: лекции, практика, контрольные работы, исторические факты, ответы студентов.

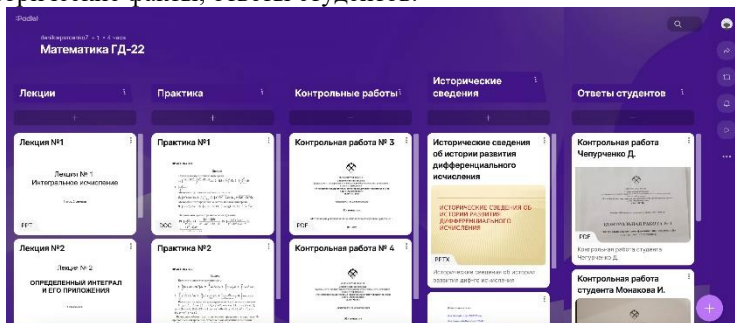


Рис. 1. Виртуальная доска Padlet для занятий по математике

Эту виртуальную доску планируем дорабатывать в процессе занятий. Потом готовой доской можно будет поделиться в социальных сетях, экспортировать в различных форматах, распечатать, создать QR-код. Так как у нас в институте применяется платформа электронного обучения Moodle, можно разместить в соответствующем разделе учебного курса ссылку на эту виртуальную доску.

SBoard – онлайн-доска, на которой можно писать, рисовать, вставлять изображения, текст или формулы. Пользоваться ей можно с одинаковым удобством с компьютера, планшета или смартфона.

Виртуальную доску SBoard можно использовать:

1. Для рукописного текста и рисунков. На доске можно писать или рисовать с помощью компьютерной мыши. Из инструментов рисования есть карандаш, маркер для выделения текста и ластик. Можно менять цвет и толщину линий. Данная функция может быть полезна при решении задач или построении схем по техническим предметам.

2. Для ввода текста. В SBoard можно печатать текст и изменять его шрифт, цвет и размер, что очень удобно. Заметки можно хранить прямо на доске, ничего не пропадает, даже если закрыть вкладку.

3. Для вставки изображений. Вставлять изображения можно сразу с телефона. Студент может решить домашнее задание в тетради, сфотографировать решение и разместить его на доске, где преподаватель оставит исправления и комментарии.

4. Для ввода формул. В виртуальную доску встроен удобный редактор математических формул, который имеет широкий функционал.

5. Для размещения фигур. Вы можете воспользоваться встроенным набором геометрических фигур, линий и стрелок. Эта функция будет полезна при построении графиков, чертежей и схем.

6. Для совместной работы. На платформе можно работать в режиме реального времени. Удобство онлайн-доски SBoard заключается в том, что есть отображение курсоров участников. Таким образом, преподаватель сможет использовать свой курсор как указку, а курсоры студентов укажут на то, что они пишут.

7. Для выгрузки файлов в формате PDF. Можно выгружать и распечатывать конспекты занятий, чертежи, схемы и решения задач.

Доска SBoard подойдет преподавателям точных наук, потому что у нее большие возможности для рисования графиков, чертежей, схем и ввода формул. Но и для других предметов она вполне подходит, так как в целом сочетает весь классический функционал онлайн-досок. Сервис SBoard будет полезен для тех групп людей, которым нужно работать совместно и дистанционно. Также сервис позволяет проводить совещания.

Также нами была протестирована виртуальная доска SBoard (рисунок 2). Сделали выводы, что она подойдет для проведения лекций и семинаров.

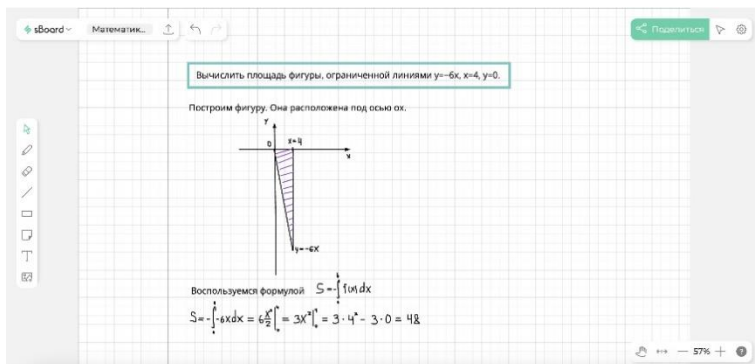


Рис. 2. Использование доски SBoard для решения задачи

Сравнивая характеристики досок SBoard и Padlet можно заметить, что в SBoard невозможно оставлять комментарии, нельзя работать с электронной почтой, нет шаблонов для выполнения какой-либо задачи, нельзя вставлять мультимедиа, в отличие от доски Padlet. Но преимущество доски SBoard заключается в том, что она позволяет рисовать, чертить и вводить формулы.

Сегодня преподаватели используют виртуальные доски как удобный инструмент для проведения интерактивных занятий и организации совместной работы. Онлайн-доски подходят для «мозговых штурмов», дискуссий, групповых проектов, решения домашних заданий и получения обратной связи. При этом актуальной остается разработка комплексного подхода к процессу организации эффективной учебной деятельности в условиях информационно - образовательной среды [3].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ли Баохун, Влияние эпидемической ситуации на информатизацию высшего образования, журнал Известия Волгоградского государственного педагогического университета. Серия Филологические науки, №2 (155), 2021, с. 104-109.
2. Чернов, К. С. Влияние информационных технологий на образование и главная проблема современного образования в России / К. С. Чернов, Е. А. Косенко, В. В. Ермолаева. – Текст : непосредственный // Молодой ученый. – 2018. – № 22 (208). – С. 358-360. – URL: <https://moluch.ru/archive/208/51049/> (дата обращения: 09.02.2023).

3. Фрик, О.В. О дидактических возможностях использования виртуальной доски в образовательном процессе вуза / О.В. Фрик. – [Текст]: непосредственный // Вестник Сибирского института бизнеса и информационных технологий – 2020 № 1 (33) с.15-19.

УДК 667.6

Читава Л.Е.

Научный руководитель: Наумова Л.Н., канд. техн. наук, доц.
*Белгородский государственный технологический университет
им В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

РАЗРАБОТКА АНТИКОРРОЗИОННОЙ КРАСКИ С УЛУЧШЕННЫМИ ПРОЧНОСТНЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ НА ОСНОВЕ ПОЛИСТИРОЛЬНОЙ МАТРИЦЫ

Коррозия является одной из наиболее распространенных проблем в промышленности, которая приводит к снижению прочности и долговечности металлических конструкций и оборудования. Поэтому создание антикоррозионных покрытий является важной задачей для многих отраслей промышленности.

Одним из наиболее эффективных способов защиты металлов от коррозии является нанесение на их поверхность антикоррозионных покрытий. В настоящее время широко используются покрытия на основе полимерных материалов, которые обладают высокой адгезией к металлической поверхности и способностью создавать барьер для влаги и агрессивных сред.

В данной статье будет рассмотрена разработка антикоррозионной краски с улучшенными прочностными характеристиками на основе полистирольной матрицы.

Полистирол (PS) - это высокомолекулярный полимер, который характеризуется хорошей термической и химической стойкостью, прозрачностью и легкостью обработки. Однако, PS не обладает достаточной прочностью, чтобы использоваться в качестве матрицы для антикоррозионной краски. Поэтому, для улучшения прочностных характеристик, в PS могут быть добавлены наполнители, например, стекловолокно, углеродное волокно, металлические частицы и т.д.

Выбор наполнителей в антикоррозионной краске играет важную роль в достижении необходимых характеристик покрытия [1]. В данной работе был выбран тальк и фосфат цинка в качестве наполнителей, так как они имеют хорошую адгезию с полистирольной матрицей и обладают антикоррозионными свойствами.

Тальк является минералом, состоящим из магнезиального силиката, который имеет хорошую степень мелкодисперсности и позволяет улучшить механические свойства покрытия [2]. Кроме того, тальк обладает высокой термостойкостью и стабильностью в широком диапазоне рН, что позволяет использовать его в различных условиях эксплуатации.

Фосфат цинка также имеет хорошую адгезию с полистирольной матрицей и обладает антикоррозионными свойствами. Он является одним из наиболее эффективных антикоррозионных наполнителей, который образует защитную пленку на металлической поверхности и предотвращает коррозию.

Таким образом, использование талька и фосфата цинка в качестве наполнителей позволяет улучшить механические свойства покрытия и обеспечить эффективную защиту от коррозии в широком диапазоне условий эксплуатации [3].

Было разработано несколько составов антикоррозионной краски (таблица 1).

Таблица 1. – Составы полистирольных композиций

	1	2	3	4	5
Полистирол	12,48 %	12,46 %	12 %	8,72 %	8,66 %
Этилацетат	58,26 %	58,26 %	55,9 %	65,2 %	65,3 %
Дибутилфталат	4,36 %	4,36 %	4,19 %	3,03 %	-
Тальк	24,9 %	12,46 %	11,96 %	11,5 %	11,55 %
Фосфат цинка	-	-	11,96 %	8,685 %	8,66 %
Оксид хрома	-	12,46 %	-	-	-
Сиккатив Со-12%	-	-	3,99 %	2,9 %	-
Вазелиновое масло	-	-	-	-	5,78 %

Компоненты были размешаны в органическом растворителе до получения однородной смеси. При температуре 65 градусов и скорости вращения магнитной мешалки 230 об/мин произошло растворение гранул полистирола в этилацетате, в результате чего был получен вязкий полистирольный лак. Затем к нему был добавлен пластификатор, после чего порционно добавили остальные добавки и перемешивали до получения однородной смеси.

Для оценки антикоррозионных свойств разработанной краски были проведены испытания на металлических пластинах. Перед нанесением краски на поверхность пластин была проведена их предварительная подготовка. Поверхность очищали от ржавчины, жиров и прочих загрязнений, обезжиривали уайт-спиритом [4].

Краска наносилась на поверхность пластин кистью, в два слоя. После нанесения краски образцы выдерживались в течение 7 суток.

Была проведена оценка состояния покрытия на адгезию методом решетчатых надрезов, которая осуществляется путем визуальной оценки состояния поверхности покрытия на пересечении надрезов, при этом поверхность покрытия разрезается на квадраты с размером стороны 3 мм по ГОСТ 31149-2014.

Состав 1 имеет отслоения мелких чешуек на пересечении надрезов, площадь которых немного превышает 5% площади решетки. Согласно ГОСТ 31149-2014, такое состояние оценивается в 1 балл.

Состав 2 также имеет отслоение мелких чешуек на пересечении надрезов, и площадь отслоений также немного превышает 5% площади решетки. Такое состояние также оценивается в 1 балл.

Состав 3 не был рассмотрен, поскольку краска наносилась неравномерно и тянулась.

Состав 4 не имеет отслоений на пересечении надрезов и края надрезов полностью гладкие. Согласно ГОСТ 31149-2014, такое состояние оценивается в 0 баллов, что означает, что покрытие имеет отличную адгезию.

Состав 5 не был рассмотрен в рамках оценки состояния по решетчатым надрезам, потому что произошло отслоение покрытия от металлической пластины. Это может быть связано с использованием вазелинового масла в качестве пластификатора, которое могло привести к уменьшению адгезии краски к металлу.

Таблица 2. – Результаты оценки состояния покрытия на адгезию по ГОСТ 31149-2014.

Номер состава покрытия	Результат
1	1 балл. Отслоение мелких чешуек покрытия на пересечении надрезов.
2	1 балл. Отслоение мелких чешуек покрытия на пересечении надрезов.
3	Не было рассмотрено.
4	0 баллов. Покрытие имеет отличную адгезию.
5	Не было рассмотрено.

Для оценки коррозионно-защитных свойств был выбран состав №4, так как он имеет положительный результат при оценке состояния покрытия на адгезию.

Были проведены испытания образцов покрытий в агрессивных средах методом ускоренных испытаний по ГОСТ 9.401-2018 [5]. Был выбран метод погружения, при котором образцы выдерживают в

жидкости в течение заданного времени с целью определения декоративных и защитных свойств покрытий.

Для оценки коррозионной устойчивости полистирольного покрытия методом погружения были использованы следующие растворы:

Кислота серная по ГОСТ 4204-77, 25%-ный раствор.

Кислота соляная по ГОСТ 3118-77, 25%-ный раствор.

Натрия гидроокись по ГОСТ 4328-77, 25%-ный раствор.

Исследуемые образцы были помещены в сосуды с растворами и выдержаны в термощкафу, нагретом до $(60\pm 2)^\circ\text{C}$ в течение 8 часов, после чего сосуды были извлечены из шкафа и выдержаны при $(20\pm 2)^\circ\text{C}$ в течение 16 часов. После проведения испытаний образцы были извлечены из растворов и произведен их осмотр.

В результате визуальной оценки состояния поверхности исследуемых образцов в сравнении с контрольными образцами были установлены следующие показатели (табл. 3).

Таблица 3. – Оценка защитных свойств по ГОСТ 9.407-84.

Трещины	T1 – отсутствуют
Отслаивания	O1 – отсутствуют
Сморщивания	S1 – отсутствуют
Пузыри	P1 – отсутствуют
Коррозия металла	K1 – отсутствует
Изменение цвета	C2 – изменение до светло-серого цвета
Изменение блеска	B1 – не изменился
Грязеудержание	G1 – частицы отсутствуют
Меление	M1 – на ткани отсутствуют частицы пигмента

Таким образом, был выполнен метод оценки коррозионной устойчивости полистирольного покрытия путем погружения образцов в различные растворы на определенное время. В результате испытаний было обнаружено изменение цвета поверхности образцов, набухание покрытия на одном из образцов в гидроокиси натрия, но блеск, отсутствие механических частиц на покрытии и частиц пигмента на ткани соответствовали ГОСТ 9.407-84.

Также испытания показали, что покрытия на основе полистирольной матрицы, содержащие фосфат цинка и тальк, имеют высокую коррозионную стойкость.

Таким образом, разработанная антикоррозионная краска на основе полистирольной матрицы с использованием талька и фосфата цинка в качестве наполнителей позволяет получить покрытия с улучшенными прочностными и антикоррозионными характеристиками.

Использование данной краски может быть эффективным решением для защиты металлических поверхностей в различных условиях эксплуатации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мельниченко, М. А. Влияние состава наполнителей на свойства полимерных композиционных материалов / М. А. Мельниченко, О. В. Ершова, Л. В. Чупрова. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. 2015. № 16 (96). С. 199-202.

2. Колосова А.С., Сокольская М.К., Виткалова И.А., Торлова А.С., Пикалов Е.С. Наполнители для модификации современных полимерных композиционных материалов // Фундаментальные исследования. 2017. (10-3). С. 459-465.

3. Радиационно-защитный композиционный материал на основе полистирольной матрицы / В. И. Павленко, О. Д. Едаменко, Р. Н. Ястребинский, Н. И. Черкашина // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2011. № 3. С. 113-116.

4. ГОСТ 8832-76. Материалы лакокрасочные. Методы получения лакокрасочного покрытия для испытания = Paintwork materials. Methods for formation of paint coating for testing : межгосударственный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 21 января 1976 г. № 167. Дата введения: 01.01.1977.

5. ГОСТ 9.401-2018. Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Общие требования и методы ускоренных испытаний на стойкость к воздействию климатических факторов : межгосударственный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 13 сентября 2018 г. N 603-ст. Дата введения: 2019.07.01.

¹Чудновец Т.А., ¹Лапенко А.К., ¹Выпова Е.Р., ²Купцова П.С.

Научный руководитель: Комарова Л.Н. д-р биол. наук, проф.

¹Обнинский институт атомной энергетики НИЯУ МИФИ, г. Обнинск, Россия

²МРНЦ им. А.Ф. Цыба – филиал – «НМИЦ радиологии», г. Обнинск, Россия

РАСПОЗНОВАНИЕ КЛЕТОК В КАМЕРЕ ГОРЯЕВА С ПОМОЩЬЮ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

В настоящее время для подсчета клеток в лабораторной практике используют либо счетные камеры, либо автоматические счетчики клеток [3]. Ручной и автоматизированный подсчеты клеток имеют преимущества и недостатки. Ручной подсчет в основном опирается на микроскопы и счетные камеры, что требует больших затрат труда и времени [2]. В последние годы ручной подсчет постепенно заменяется автоматизированным, который является быстрым и эффективным, однако точность результата уменьшается после длительного использования прибора, в связи с чем, необходимо проводить частую калибровку. Кроме того, использование автоматического счетчика клеток не позволяет эффективно определять морфологию клеток, что может привести к ложному результату исследований, поэтому измерения при ручном подсчете часто используется для калибровки приборов в лабораторной практике

Разработка модели автоматической системы идентификации клеток в камере Горяева с помощью искусственного интеллекта.

В качестве объекта исследования были выбраны 2 клеточные линии: hTERT – фибробласты человека, НЕК 293 – клетки почки эмбриона человека. Культивирование клеток проводилось по стандартной методике [4].

Для «обучения» модели были использованы изображения клеточных культур, которые уменьшали до размеров 128 × 128 пикселей, а фоновые изображения, не содержащие клеток, исключались из набора данных. Всего для «обучения» пилотной модели было использовано 500 изображений клеток, состоящих из 234 и 266 изображений отдельных клеток hTERT и НЕК-293. Маркировка изображений была выполнена с помощью программного обеспечения FiJi [6]. Эти изображения были разделены на две равные группы, одна из которых использовалась для обучения, а другая – для тестирования обученных моделей. Обучение модели проводилось на 100 изображениях. Чтобы оценить эффективность обученных моделей для

других типов клеток, было проанализировано еще 30 изображений, записанных для каждой из культур клеток hTERT, НЕК-293.

Для оценки точности модели использовалась метрика accuracy, которая показывает процент правильных предсказаний [5]. Кроме того, были использованы методы валидации, такие как кросс-валидация, чтобы убедиться, что модель не переобучается на конкретный набор данных и работает с высокой точностью на новых изображениях [1].

Обучение нейронной сети происходило в несколько этапов. Сначала обучение производилось в 10 эпохах обучения. Результаты представлены на рисунке 1.

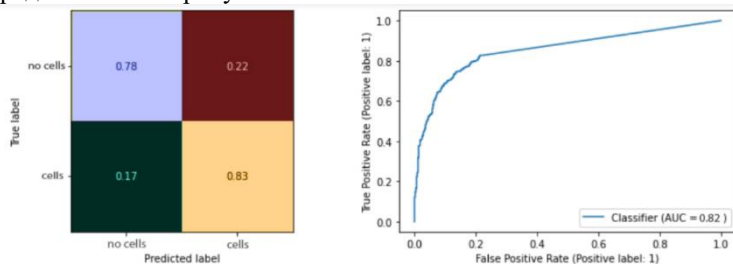


Рис. 1

Результаты первичного обучения

Модель недостаточно точно распознавала клетки в камере Горяева, поэтому было принято решение увеличить количество изображений (рис.2).

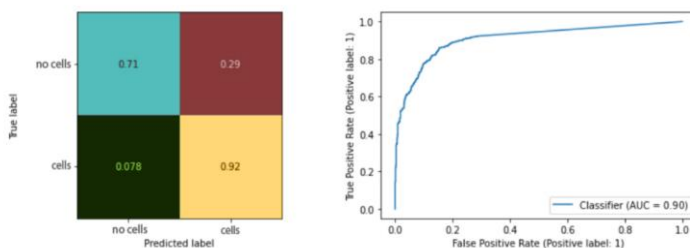


Рис. 2 Результаты дообучения модели - 20 эпох

Модель показала хорошие способности к обобщению, высокий показатель площади под ROC кривой и было принято решение остановиться на текущем результате.

Так же проводились эксперименты по изменению параметра обучения – увеличивали количество эпох обучения нейронной сети с изменением confidence interval Yoloх с 25 до 65%, но данные эксперименты не привели к увеличению показателей точности модели

из-за того, что многие объекты были отброшены моделью, как ложноположительные.

Тестирование нейронной сети является одним из наиболее важных этапов в разработке моделей для анализа изображений. Это процесс позволяет определить точность и эффективность модели на новых данных, которые не были использованы во время обучения. В ходе тестирования нейронной сети был использован тестовый набор, собранный и размеченный вручную.

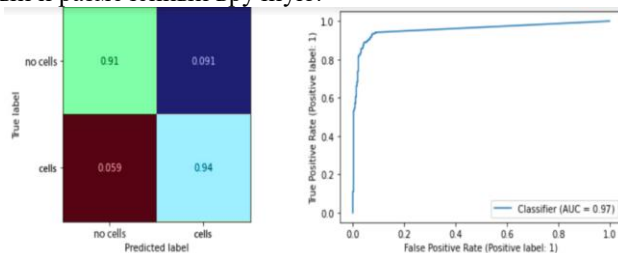


Рис. 3 Результаты тестирования нейронной сети

Как видно из рис. 3, точность идентификации клеток на изображении достигает 97%, что является высоким результатом и позволяет продолжать работу по этой тематике.

Таким образом, были решены важные задачи, связанные с обработкой изображений. В частности, была разработана модель нейронной сети для определения клеток на изображениях. Для обучения нейронной сети был подготовлен набор данных, который включал в себя изображения клеток в камере Горяева. Это позволило обучить нейронную сеть и повысить качество ее работы. После этого нейронная сеть была обучена и протестирована на различных наборах данных. В результате было достигнуто высокое качество распознавания клеток. Результаты исследования могут быть использованы в различных сферах, связанных подсчетом клеток.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Воронцовский Ю. О., Жданов Н. А. Методы борьбы с переобучением искусственных нейронных сетей //Научный аспект. – 2019. – Т. 13. – №. 2. – С. 1639-1647.
2. Иванов В. Ю. и др. Автоматизация процесса подсчета клеток в камере горяева //Новые информационные технологии в образовании и науке. – 2017. – С. 384-388.

3. Покровский Н. С., Водякова М. А., Мельникова Е. В. Разработка стратегии валидации методики автоматического подсчета клеток //Гены и клетки. – 2022. – Т. 17. – №. 3. – С. 181-181.

4. Прилепский А. Ю. и др. Методы работы с клеточными культурами и определение токсичности наноматериалов //СПб: Университет ИТМО. – 2019. – Т. 43.

5. Aggarwal R. et al. Diagnostic accuracy of deep learning in medical imaging: a systematic review and meta-analysis //NPJ digital medicine. – 2021. – Т. 4. – №. 1. – С. 65

6. Schindelin J. et al. Fiji: an open-source platform for biological-image analysis //Nature methods. – 2012. – Т. 9. – №. 7. – С. 676-682.

УДК 543.42.062

Шарафиева Р.Р., Умарова Н.Н.

Научный руководитель: Сопин В.Ф., д-р. хим. наук, проф.

*Казанский национальный исследовательский технологический университет,
г. Казань, Россия*

МНОГОМЕРНАЯ КАЛИБРОВКА В КОЛИЧЕСТВЕННОМ АНАЛИЗЕ ИМИДАЗОЛИНОВ

Имидазолины относятся к группе катионных поверхностно-активных веществ и представляют собой пятичленный гетероцикл с двумя атомами азота в кольце [1].

Имидазолины нашли и находят широкое применение в различных направлениях промышленности благодаря своим пленкообразующими свойствами: в текстильной – в качестве антистатика и смягчителя; в строительной – в качестве гидрофобизаторов; в водоочистке – в качестве флокулянтов; в нефтяной – в качестве ингибиторов коррозии.

Для имидазолинов известен ряд методов их количественного определения в различных веществах [2-4]. Многие из них требуют дорогостоящего оборудования и применения высокочистых, токсичных органических растворителей.

В настоящее время потенциальный интерес представляют точные, экспрессные и малозатратные методы анализа.

В данном исследовании в качестве физико-химического метода была использована ИК-спектроскопия. К основным недостаткам данного метода следует отнести перекрывание полос поглощения индивидуальных компонентов в смесях, что затрудняет количественную оценку по площадям, однако, применение

хеометрических подходов позволяет решить данную задачу без использования сложной пробоподготовки.

Цель исследования. Показать возможность применения ИК-спектроскопии в сочетании с хеометрическим методом PLS1 для количественного определения имидазолинов.

Объект исследования. В исследовании использованы 2 типа имидазолинов: гидроксиэтилалкилимидазолин и аминоэтилалкилимидазолин.

Экспериментальная часть. Были приготовлены по 5 модельных растворов каждого типа имидазолинов. Диапазон содержаний имидазолинов варьировали от 10 до 500 ppm. В качестве растворителя был использован изопропиловый спирт. Измерение спектров проводили в трехкратной повторности в диапазоне 350-4000 cm^{-1} на Фурье-спектрометре фирмы Bruker модели Tensor 27.

Многомерную калибровку строили методом PLS1. Для построения многомерной калибровки была выбрана область 1500-1700 cm^{-1} , в которой наблюдаются полосы, относящиеся к валентным колебаниям C=N имидазолинового гетероцикла и к деформационным колебаниям связи N-H имидазола. Многомерная калибровка была построена с применением программы STATISTICA 13. Проверка модели осуществлялась методом кросс-валидации (перекрестная проверка), данные были автомасштабированы.

Результаты и обсуждения. Были получены предсказанные значения заданных концентраций по модели PLS1-анализа.

Оценку качества калибровки согласно рекомендациям IUPAC проводили по графику «введено-найдено» (Рис. 1), где по оси абсцисс откладывали введенные «измеренные» (y_{meas}) концентрации, а по оси ординат – найденные «предсказанные» (y_{pred}) с помощью построенной калибровки [5].

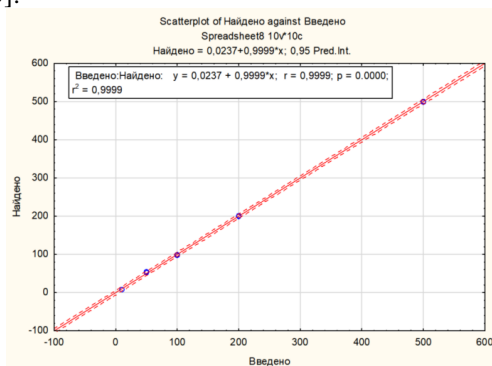


Рис. 1 График «введено-найдено»

Полученное уравнение линейной регрессии (Рис. 1), значение коэффициента корреляции между введенными и найденными значениями (r) равный 0,9999 и рассчитанный показатель среднеквадратической ошибки калибровки (RMSEC) равный 1,3 ppm свидетельствуют о качественной многомерной калибровке.

Выводы. Многомерная калибровка, построенная с помощью метода PLS1, свидетельствует о перспективности применения ИК-спектроскопии в сочетании с хемометрикой для количественного определения имидазолинов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Иванский В. И. Химия гетероциклических соединений / В. И. Иванский. – Москва: Высшая школа. – 1978. – 149 с.

2. Gagliardi L. HPLC determination of imidazole antimycotics in antidandruff cosmetic products / L. Gagliardi, D. De Orsi, P. Chimenti et al // *Anal. Sci.* – 2003. – Vol. 19. – P. 1195-1197.

3. Задорожный П. А. Применение высокоэффективной жидкостной хроматографии с масс-селективным детектированием для анализа имидазолинсодержащего ингибитора коррозии / П. А. Задорожный, С. В. Суховерхов, Т. Л. Семенова, А. Н. Маркин // *Вестн. ДВО РАН.* – 2010. – № 5. – С. 80-84.

4. Абдуллин М. Ф. Определение компонентного состава некоторых ингибиторов коррозии методом масс-спектрометрии с ионизацией электрораспылением / М. Ф. Абдуллин, И. С. Назаров, А. С. Ерастов // *Известия Уфимского научного центра РАН.* – 2020. – №1. – С. 55-60.

5. Умарова Н. Н. Введение в хемометрику: учебно-методическое пособие / Н. Н. Умарова, Н. И. Валеева; Минобрнауки, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань: Изд-во КНИТУ. – 2020. – 116 с.

*Щербаков А.С., Мерзликina А.И., Пирожкова Е.С.
Научный руководитель: Ключникова Н.В., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ ДИСКОВ ДЛЯ САД/САМ ФРЕЗЕРОВАНИЯ, ПРИМЕНЯЮЩИХСЯ В ОРТОПЕДИЧЕСКОЙ СТОМАТОЛОГИИ

Каждый второй человек на планете страдает от проблем с челюстно-лицевым аппаратом, в особенности это касается самого главного - наших с вами зубов. Зубы – это орган не способный к самовосстановлению (регенерации). Поэтому важно вовремя обратиться за консультацией к специалисту.

На сегодняшний день медицина, в частности стоматология, активно развивается и старается бороться с любыми видами заболеваний, благодаря чему существуют различные методы восстановления зубов и зубных тканей [1-2]:

- применение пломбировочных материалов - стандартное восстановление зубов при небольших разрушениях;
- использование керамических вкладок – те же пломбы, только из керамики. Незаметны, плотно прилегают к тканям зуба, используются при разрушении большей части зуба;
- использование керамических виниров - они представляют собой тонкие накладки из керамики, которые фиксируются на передние зубы. Используются, чтобы скрыть изъяны зубов и эмали (трещины, сколы, пятна), несут в себе эстетическую функцию – выравнивают форму зубов и делают их белоснежными;
- инсталляция коронок, имплантов, протезов - используются в случаях сильного повреждения (разрушения) или утраты зуба [3]. Зубные реставрации бывают, временные и постоянные, съемные и стационарные.

Зубные коронки используют для клинических случаев разной сложности, для каждого из которых необходима своя ортопедическая конструкция [4-5]. Искусственная коронка зуба — это протез для восстановления анатомической формы, функций и эстетики зубного ряда. Его крепят на подготовленную культю (если зуб целый) или устанавливают на имплант (при адентии). Искусственные зубы имеют

разную конструкцию, разные свойства и соответственно стоимость и срок службы.

Таблица 1 - Сравнительная характеристика видов коронок для зубного протезирования

Критерий:	Металлокерамика	Керамика (Е-max)	Диоксид циркония	Металлические	Полимерные (РММА пластмасса)
эстетика	средняя	Повышенная	Средняя/высокая	низкая	повышенная
прочность	высокая	высокая	максимальная	высокая	средняя
Срок службы	15 лет	20 лет	20 лет	10 лет	от 5 лет
Стоимость	от 16 тыс. руб.	от 30 тыс. руб.	от 25 тыс. руб.	от 7 тыс. руб.	от 3 тыс. руб.

Таким образом, к наиболее распространенным недорогим и простым в изготовлении системам протезирования относятся пластмассовые коронки на зубы. Современные пластмассы хорошо имитируют натуральную эмаль, неплохо справляются с жевательной нагрузкой. Но вместе с этим, протезы из пластмассы наименее прочны и долговечны. Поэтому используют их в качестве временных конструкций, пока изготовят постоянный протез. Если пластиковые коронки рассматривают в качестве постоянного варианта протезирования, для придания прочности применяют металлический каркас. Используются такие системы для замещения резцов, моляров, премоляров, всего зубного ряда.

Около года назад российская стоматологическая промышленность столкнулась с нехваткой полимерных дисков для изготовления временных реставраций методом CAD/CAM фрезерования (новейшая технология восстановления зубов, при которой изделия нужной формы и размера можно получить в кабинете непосредственно перед их установкой в полости рта).

Совместно с предприятием «АО ОЭЗ Владмира» была разработана технология по изготовлению РММА дисков.

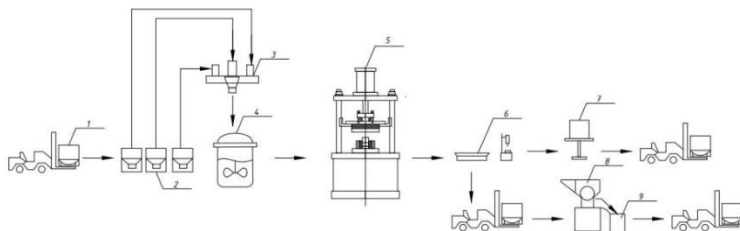


Рис. 5 Технологическая схема производства полимерных PMMA дисков для CAD/CAM фрезерования

Сырье привозится в производственный цех межцеховым транспортом 1, затем помещается в емкости для дозирования 2, откуда сырьевые компоненты насосами 3, снабженными дозирующими форсунками и клапанами, помещаются в лопастной смеситель принудительного действия 4. Исходная смесь готовится до приобретения пастообразной консистенции и настаивается в течении 30 минут, после чего помещается в термо-прессовальное оборудование, где происходит отверждение при 3 температурных режимах. Готовое отформованное изделие отправляется на механическую обработку в оборудование 6, снабженное ленточным конвейером. Отполированные диски отправляются на упаковку 7 и на склад межцеховым транспортом. Бракованные, неотформованные изделия увозятся на роторный измельчитель 8, оснащенный дополнительным сортировочным ящиком 9.

При подборе смеси для термо-прессования мы отталкивались от литературных и экспериментальных источников. Полученный ПКМ будет использоваться в ортопедической стоматологии в качестве базисного материала при изготовлении зубного протеза, поэтому он должен обладать хорошими прочностными показателями и быть устойчивым к биологическому действию. Для реализации композиционные диски на основе полиметилметакрилата должны соответствовать следующим эксплуатационным характеристикам, которые нормируются государственными стандартами и технической документацией, применяемой на территории РФ:

- ✓ Твердость по Викерсу
- ✓ Предел прочности при изгибе;
- ✓ Количество остаточного мономера;
- ✓ Водопоглощение;
- ✓ Водорастворимость.

Подводя итог всему вышесказанному, для успешного применения в клинике ортопедической стоматологии необходимо иметь обширную

информацию об основных свойствах, достоинствах и недостатках базисных материалов, особенностях их применения. Качество пластмасс зависит от ряда факторов, в частности вида полимеров, способа обработки и др., поэтому необходимо знать основные физико-механические свойства базисных пластмасс, технологию изготовления пластмассового базиса протеза.

Использование полиметилметакрилата в качестве конструкционного материала для изготовления протезов открыло новую страницу в истории развития стоматологии. Пластмассы и сополимеры на основе акрилатов нашли широкое применение в мировой стоматологической практике, являясь основными материалами для базисов пластиночных протезов и искусственных зубов к ним.

Несмотря на бурное развитие химии, технологии сополимеров и появление новых полимерных материалов в ортопедической стоматологии, композиции на основе производных акриловой и метакриловой кислот уже несколько десятилетий удерживают одно из первых мест по частоте использования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Попков В. А., Нестерова О. В., Решетняк В. Ю. Стоматологическое материаловедение. ООО «МЕДпресс-информ», 2009. 400с.
2. Ключникова Н. В., Гордеев С. А., Гордиенко М. Д. Полимерный композиционный материал на основе термопластичного полиимида // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2017. № 12. С. 126-129
3. Лебеденко, И. Ю. Руководство по ортопедической стоматологии. Протезирование при полном отсутствии зубов [Текст]: / Лебеденко, Э. С. Каливрадджиян, Т. И. Ибрагимова. - М.: ООО «Медицинское информационное агентство», 2020. – 400с.
4. Иорданишвили А. К. Клиническая ортопедическая стоматология, М.: «МЕДпрессинформ» 2007. 248 с.
5. Жулев, Е.Н. Частичные съемные протезы (теория, клиника и лабораторная техника) [Текст]: / Е.Н. Жулев, – Н.Новгород: Издательство НГМА, 2019.-428 с.

ВЫЯВЛЕНИЕ ОПАСНЫХ СОСТОЯНИЙ И ДЕФЕКТОВ В ЭЛЕМЕНТАХ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ, НАХОДЯЩИХСЯ ПОД НАГРУЗКОЙ, ПО ИК-ИЗЛУЧЕНИЮ

Состояние конструкции определяется характером и значением приложенных к ней нагрузок и воздействий. При некоторых величинах нагрузок и параметрах воздействий можно выделить зоны, в которых возникают деформации и напряжения больших величин, чем на смежных участках. Такие участки будем рассматривать как потенциально опасные. При дальнейшем нагружении конструкций в потенциально опасных зонах напряженно-деформированное состояние (НДС) будет изменяться, могут зародиться дефекты на микроуровне, а НДС - приблизиться к критическому состоянию. При этом на мезоуровне дефекты развиваются до локально-критической величины. Возникновения недопустимой текучести материала в критических зонах или магистральной трещины может не произойти вследствие вероятностного характера проявления критических зон и постоянно меняющегося НДС в деформируемых элементах конструкции при росте нагрузки. Вследствие этого расчетным путем определить локализацию потенциально опасных участков не всегда возможно.

Процесс деформирования стальных элементов определяется образованием и развитием полос деформации, в пределах которых сталь находится в пластически активированном состоянии [1]. Экспериментальные данные [1, 2] свидетельствуют о том, что при пластической деформации, в полосах, выделяется значительное количество тепла, сопровождаемое инфракрасным излучением с поверхности тела. Вне этих полос материал работает упруго или в упругопластическом состоянии. Зарождение полос деформации и их развитие определяется расположением дефектов.

При упругой работе материала между изменением температуры деформируемого тела, деформациями и напряжениями в теле существует зависимость (1) [3]:

$$\Delta T = \frac{E\alpha_L T}{\rho c_p \varepsilon (1-2\nu)} \sum_{i=1,2,3} \varepsilon_{ii} = -\frac{\alpha_L}{\rho c_p} T \sum_{i=1,2,3} \sigma_{ii} = -K_m T \Delta \sigma, \quad (1)$$

где $\sum_{i=1,2,3} \varepsilon_{ii}$ – сумма изменений трех линейных деформаций; E – модуль упругости; μ – коэффициент Пуассона; α_L – температурный коэффициент расширения материала при температуре T ; C_e и C_p – соответственно, удельные тепловыделения при постоянных деформации и давлении; $K_m = \alpha_L / (\rho C_p)$.

В работе [3] показано, что между потоком фотонов инфракрасного излучения $\Delta\Phi$ с поверхности тела и изменением напряжений имеется также прямая зависимость. Действительно, дифференцируя уравнение Стефана-Больцмана, для фотонного детектора можно получить [3]:

$$\Delta\Phi = 13eB'T^2\Delta T. \quad (2)$$

Тогда из выражений (1) и (2) следует:

$$\Delta\Phi = 13eB'T^3K_m\Delta\sigma, \quad (3)$$

где B' – постоянная Стефана-Больцмана для фотонной эмиссии ($1,52041 \cdot 10^{15}$ фотон.сек⁻¹.м⁻².К⁻³). Выражение (3) обосновывает использование сканирующих инфракрасных приборов для исследования напряжений на поверхности тел, при их работе в упругой стадии.

Радиационное температурное поле поверхности деформируемых элементов в процессе нагружения в лаборатории или в натуре записывается в виде ряда последовательных кадров (термофильма), следующих друг за другом с установленной на инфракрасном компьютерном термографе частотой (обычно 1 – 50 кадров в секунду) [1]. Каждый кадр термофильма фиксирует температурное поле поверхности в данный момент времени. Сопоставляя кадры можно проследить кинетику изменения температурного поля исследуемой поверхности и изменения температуры в потенциально опасных зонах, наблюдать рождение новых опасных зон, изменения в прежних зонах, зарождение макротрещин, кинетику их развития, процесс разрушения элемента [1]. Начальную локализацию опасных зон можно определять как расчетным методом, так и по данным инфракрасной термографии.

Выявление опасных зон в конструкциях предусматривают и отдельные нормативные документы. Например, ГОСТ Р 56511-2015 распространяется «на методы теплового вида неразрушающего контроля и устанавливает область применения, общие требования к аппаратуре и контрольным образцам, порядку подготовки и проведению контроля, оформлению результатов и требования безопасности». ГОСТ Р 53006—2008 определяет основные требования к нормативным документам, «регламентирующих процедуры оценки остаточного ресурса потенциально опасных технических объектов с использованием неразрушающих экспресс-методов». При этом к экспресс-методам отнесены пассивные физические методы

неразрушающего контроля, использующие в качестве информативных параметров физические поля, характеризующие собственную (внутреннюю) энергию металла объекта контроля (акустическую эмиссию, метод магнитной памяти металла, тепловой контроль и др.). В РД 153-112-017-97 (п.2.10) регламентируется выявление дефектов и определение зон концентраторов напряжений методом инфракрасной спектроскопии в металлоконструкциях вертикальных стальных резервуаров для хранения продуктов нефтепереработки и др. Выявление дефектов предписывается выполнять в процессе загрузки резервуара топливом в зонах, где расчетные напряжения достигают $0,9\sigma_{02}$. Коэффициент концентрации напряжений в области дефекта определяют отношением приращения температуры в области концентратора и бездефектной области (4):

$$\alpha_1^T = \Delta t_g / \Delta t_0, \quad (4)$$

где Δt_g - приращение температуры в области дефекта;
 Δt_0 – приращение температуры в бездефектной области.

В других областях промышленности нет нормативов, регламентирующих применение инфракрасной термографии. Методики конкретных применений инфракрасной термографии для неразрушающего контроля стальных конструкций, изделий разрабатываются авторами конкретных исследований.

Так, ряд исследований в области механики твердого деформируемого тела выполнено под руководством О.А. Плехова в Пермском институте механики сплошных сред УрО РАН. В работах [4, 5] экспериментально исследуются генерация тепла в различных металлах при статическом и циклическом нагружении с использованием метода инфракрасной термографии. Исследовано пространственное и временное изменение температуры в вершине трещины, определены форма и интенсивность зоны диссипации тепла. Показана связь характеристик механики разрушения с теплообразованием в телах. Сравнением полученных экспериментальных данных с соотношениями линейной теории упругости показано, что в отдельных случаях имеется несоответствие формы зоны пластической деформации и характера тепловыделения в вершине трещины теоретическим моделям [5].

В монографиях Вавилова В.П. [6], Будадина О.Н. с коллегами [7] представлены результаты многолетних исследований по разработке и внедрению метода теплового неразрушающего контроля и программно-аппаратных в различные отрасли науки и техники. Обобщены и систематизированы современные достижения в области тепловых неразрушающих бесконтактных методов контроля металлических,

композитных и других материалов и изделий.

В монографии Пустового В.Н. [8] описаны методы расчета остаточной прочности и остаточного ресурса, перспективные методы технического диагностирования металлоконструкций с применением инфракрасной термографии, отмечается возможность выявления тепловым методом опасных зон в металлоконструкциях кранов и экспериментального определения коэффициентов концентрации напряжений. Методика теплового контроля и диагностики технического состояния металлоконструкций мостовых кранов рассмотрена в диссертации Котельникова В.В. [9], в которой отмечается, что разработка и внедрение метода оперативного и достоверного неразрушающего контроля является актуальной задачей. Ее методическое обеспечение позволит значительно снизить объемы контроля и предоставит возможность оперативно определять техническое состояние сложных металлических конструкций. Методические предложения автора носят локальный характер. Они не охватывают теплообразование в других конструктивных формах.

Ряд актуальных задач теплообразования в разнообразных конструктивных формах при их статической работе рассмотрены в монографии Мойсейчика Е.А. [1], в том числе природа теплообразования при деформировании стальных изделий с разнообразными концентраторами напряжений, особенности температурных полей поверхности различных стальных изделий с конструктивно-технологическими дефектами, особенности определения коэффициентов концентрации по данным температурных измерений поверхностей и др.

В работе Е.С. Лукина [2] представлены методические основы исследования процесса деформирования и кинетики разрушения конструкционных сталей на основе термопластического эффекта, основы методики определения мощности внутренних тепловых источников при деформировании отдельных образцов и показано, что за момент появления предельного состояния можно принять характерные величины температуры поверхности образца.

В отчете [10] рассматриваются возможности дальнейшего применения инфракрасных тепловых методов для диагностики конструкций стальных мостов. Цель своей работы авторы [10] видят в том, чтобы исследовать возможности, чувствительность и ограничения при выявлении усталостных трещин в стальных конструкциях методом инфракрасной термографии. Для лабораторных экспериментов использовалась ИК-камера StressPhotonics, Inc. с частотой кадров 434 кадра/с. Авторы исследовали ряд факторов, сказывающиеся на точности

и достоверности метода (расстояние от прибора до конструкции, состояние поверхности, минимальная длина выявляемых трещин и др.). В работе анализировались возможности активных и пассивных подходов. Расстояние от поверхности до объектива камеры изменялось в интервале 22,5 см (пассивный метод) и 90 см (активный метод). В отчете установлены и другие полезные для разработки программы и методики исследований данные. В качестве нерешенных задач авторы выделяют следующие:

- ❖ сложности калибровки измерительной системы в условиях эксперимента (особенно в полевых условиях);
- ❖ в полевых условиях удобнее измерительная система, в которой ИК-камера и компьютер представляют один блок;
- ❖ минимальный размер трещины, обнаруживаемый ИК измерительной системой часто больше минимального размера трещины, выявляемого визуально.

Устранение части перечисленных недостатков авторы отчета [10] видят в повышении чувствительности ИК измерительной системы.

В отраслевом дорожном методическом документе Росавтодора (ОДМ 218.7.2.001-2021) [11] приведены рекомендации по дистанционному определению наличия и степени развития усталостных трещин в элементах металлических пролетных строений автодорожных мостов (включая ортотропные плиты) методом инфракрасной термографии. В документе рассмотрены общие сведения о применении метода ИК термографии для обследования металлических мостов, перечислены выявляемые дефекты и применяемые методы, изложена методика измерений обработки и интерпретации результатов.

Таким образом, совершенствование существующих и разработка новых технологий, базирующихся на волновых методах (инфракрасных и др.) является перспективным направлением, позволяющим в сочетании с компьютерными методами разрабатывать регистрирующие системы для измерений полей деформаций в лабораторных образцах или элементах конструкций в процессе их деформирования. Программное обеспечение позволяет производить дистанционные измерения, управлять сбором первичной информации, получать и обрабатывать экспериментальные данные в цифровом и графическом виде непосредственно в ходе эксперимента. Для выявления зон концентрации напряжений и деформаций перспективными являются тепловые и оптические методы, а в сочетании со спекл-интерферометрией, тензометрией – для исследования напряжений и деформаций в опасных зонах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мойсейчик, Е.А. Тепловой контроль материалов, стальных конструкций и машин: монография/ Е.А. Мойсейчик. – Минск: Ковчег, 2022. – 200 с.
2. Лукин, Е.С. Исследование предельного состояния конструкционных сталей по термопластическому эффекту. Автореферат дисс. на соискание уч. степени канд. техн. наук. – Якутск: ИФТПС РАН, 2005 г. – 23 с.
3. Экспериментальная механика: В 2-х книгах: Кн.2. Пер. с англ./ Под ред. А Кобаяси. – М.: Мир, 1990. – 552 с.
4. Терехина, А.И. Оценка нормальных и касательных напряжений в деформируемых металлах по данным инфракрасной термографии/ А.И. Терехина, А.А. Костина, О.А. Плехов // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Механика. – 2016. – № 3. – С. 241–251.
5. Федорова, А.Ю. Применения метода инфракрасной термографии для определения параметров линейной механики трещин/ А.Ю. Федорова, М.В. Банников, О. А. Плехов // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Механика. – 2012. – № 2. – С. 214–225.
6. Вавилов, В.П. Инфракрасная термография и тепловой контроль/ В.П.Вавилов. – М.: ИД Спектр. – 2009. – 544 с.
7. Будадин, О.Н. Тепловой неразрушающий контроль изделий/ О.Н.Будадин, А.И. Потапов, Т.Е. Троицкий-Марков. – М.: Наука. – 2002. – 473 с.
8. Пустовой, В. Н. Металлоконструкции грузоподъемных машин. Разрушение и прогнозирование остаточного ресурса/ В.Н. Пустовой. - М.: Транспорт, 1992. - 256 с.
9. Котельников, В.В. Разработка методики теплового контроля и диагностики технического состояния металлоконструкций мостовых кранов: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.02.11 / В.В. Котельников; МГТУ. – М., 2009. – 19 с.
10. The examination of infra-red techniques for inspection of steel structures. Final Report FHWA/IN/JTRP – 2000/18/ Vachirapun Trakulyingyong, Mark D. Bowman. Режим доступа: docs.lib.purdue.edu/cgi/viewcontent.cgi?...1680...jtrp.
11. Методические рекомендации по дистанционному определению наличия и степени развития усталостных трещин в элементах металлических пролетных строений автодорожных мостов (включая

ортотропные плиты) методом инфракрасной термографии. ОДМ 218.7.2.001-2021. – М.: Росавтодор, 2021. – 94 с.

УДК 515.12

Яловенко И.А.

*Научный руководитель: Брыкова Л.В., канд. пед. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ЛИСТ МЕБИУСА И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ

За последнее столетие огромное влияние на ряд различных областей знания приобрела новая ветвь геометрии под названием топология. Данная наука быстро развивается и находит свое применение в различных областях. Топология проникает не только во все области математики, но и во многие другие науки.

Каждый из нас имеет представление о том, что такое «поверхность». Поверхность - это наружная сторона предмета, или граница, отделяющая геометрическое тело от внутреннего пространства или другого тела. Например, поверхность листа бумаги, поверхность стен, поверхность земного шара и многое другое, но в данном понятии есть много чего неожиданного и даже таинственного - это односторонняя поверхность [1].

Один из примеров топологии - таинственный и знаменитый лист Мёбиуса.

В 1858 году 19 века величайший математик Август Фердинанд Мёбиус представил Парижской академии материалы об «Односторонних поверхностях». В своей работе он продемонстрировал геометрическую поверхность, которая имела только одну сторону. После чего эта поверхность была названа листом Мёбиуса.

Лист Мёбиуса (петля Мёбиуса, лента Мёбиуса) – один из объектов области математики, которая называется «топология» («геометрия положения»). Отличительная черта этого листа заключается в том, что он имеет одностороннюю поверхность с краем, в которой из одной точки этой поверхности можно попасть в любую другую, не пересекая края [2].

Для создания листа будет достаточно иметь прямоугольную полоску бумаги, для ясности обозначим углы с одной стороны ленты А и В, а с другой – А' и В'. Далее концы склеиваются, предварительно повернув один из них на 180 градусов. Точка А' ляжет на точку В, а точка В' - на точку А (рис. 1).

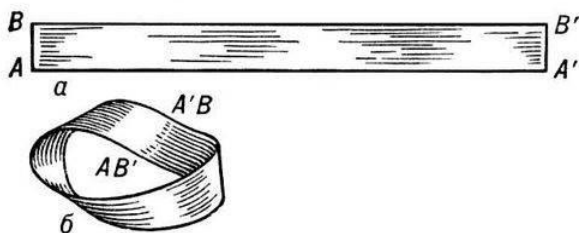


Рис. 1. Изготовление листа Мёбиуса

Удивительными свойствами листа Мебиуса являются [3]:

1) Односторонность. При движении по поверхности листа Мёбиуса в одном направлении, не пересекая ее границ, то можно попасть в место, перевернутое по отношению к исходному. Если двигать по этой ленте окружность, одновременно обходя ее по часовой стрелке, то в начальном положении направление обхода станет против часовой стрелки.

2) Непрерывность. На листе Мёбиуса любая точка может быть соединена с любой другой точкой и при этом не придется переходить край ленты. Разрывов нет – непрерывность полная.

3) Связность, или двухмерность. Заключается в том, что при разрезании ленты вдоль, она остается цельной. Чтобы разделить квадрат на две части, нам потребуется только один разрез.

Количество связей меняется в зависимости от смены количества оборотов ленты: если один оборот – двусвязен и т.д.

4) Отсутствие ориентированности. Полный обход вокруг листа изменяет направление окружности на противоположное.

5) «Хроматический номер». Представляет собой максимальное число областей, которые можно нарисовать на поверхности так, чтобы каждая из них имела общую границу со всеми другими. Хроматический номер листа Мёбиуса равен 6.

Благодаря этим свойствам, лист Мёбиуса находят многочисленные применения в науке, технике, изучении свойств Вселенной и т.д.

Лента Мёбиуса широко используется во многих изобретениях и повседневной жизни. Например, наблюдается в форме абразивных ремней для заточки инструмента, магнитофонной лентой, ременной передачей, красящей лентой для печатающих устройств, конвейерной лентой, аттракционов «американские горки» (рис. 2.) [5].

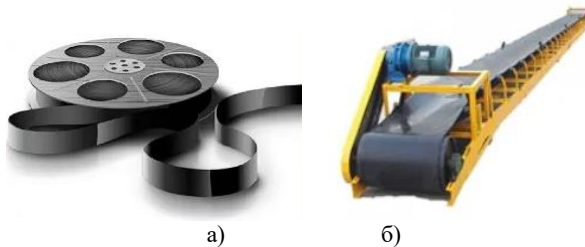


Рис. 2. Применение ленты Мёбиуса
а – кинолента, б – лента конвейера

Лист Мебиуса также наложил отпечаток на производство, дизайн, искусство, науку, литературу, архитектуру.

Самой известной работой, посвященной ленте Мебиуса считается картина Moebius Strip II, Red Ants или Красные Муравьи голландского художника-графика Маурица Эшера (рис.3). На картине представлены муравьи, карабкающиеся по петле Мебиуса с обеих сторон, на самом деле сторона всего одна. Муравьи ползут по бесконечной петле друг за другом по одной и той же поверхности [4].



Рис. 3. Применение ленты Мёбиуса в искусстве

Лист Мебиуса – первая односторонняя поверхность, которую открыло человечество. Хотя позже математики открыли ещё целый ряд односторонних поверхностей, эта бала поверхностью, положившей начало целому направлению в геометрии. Лист Мебиуса по-прежнему привлекает к себе внимание учёных, изобретателей, художников и является удивительным объектом для исследования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Борисович, Ю. Г., Близняков Н. М., Израилевич Я. А., Фоменко Т. Н. Введение в топологию. - Изд. 3-е. - М.: ЛЕНАНД, 2015.
2. Брыкова Л.В. Компьютерные технологии в преподавании инженерной графики в техническом вузе // Молодежь и научно-

технический прогресс: Сборник докладов XIV международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. В 2 т. Т. 2. / Сост.: Е.Н. Иванцова, В. М. Уваров [и др.]. – Губкин; Старый Оскол: ООО «Ассистент плюс», 2021. – 822 с. С.306-308

3. Сабитов И.Х. Изометрические погружения и вложения плоского листа Мебиуса в евклидовы пространства//Известия РАН. - 2007. -Т.71, № 5. -С. 197-224.

4. Чешкова М.А. О листе Мебиуса // Вестник Барнаульского государственного педагогического университета. - 2006. - Вып. 6.

5. Широухов А.В., Тищенко И.В., Брыкова Л.В. Исследование с помощью компьютерного моделирования тора, цилиндра и конуса как частные случаи циклоиды Дюпена / Вестник Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России. №1. Издательство: СПб УГПС МЧС России, Санкт-Петербург, 2019, с.69-75.