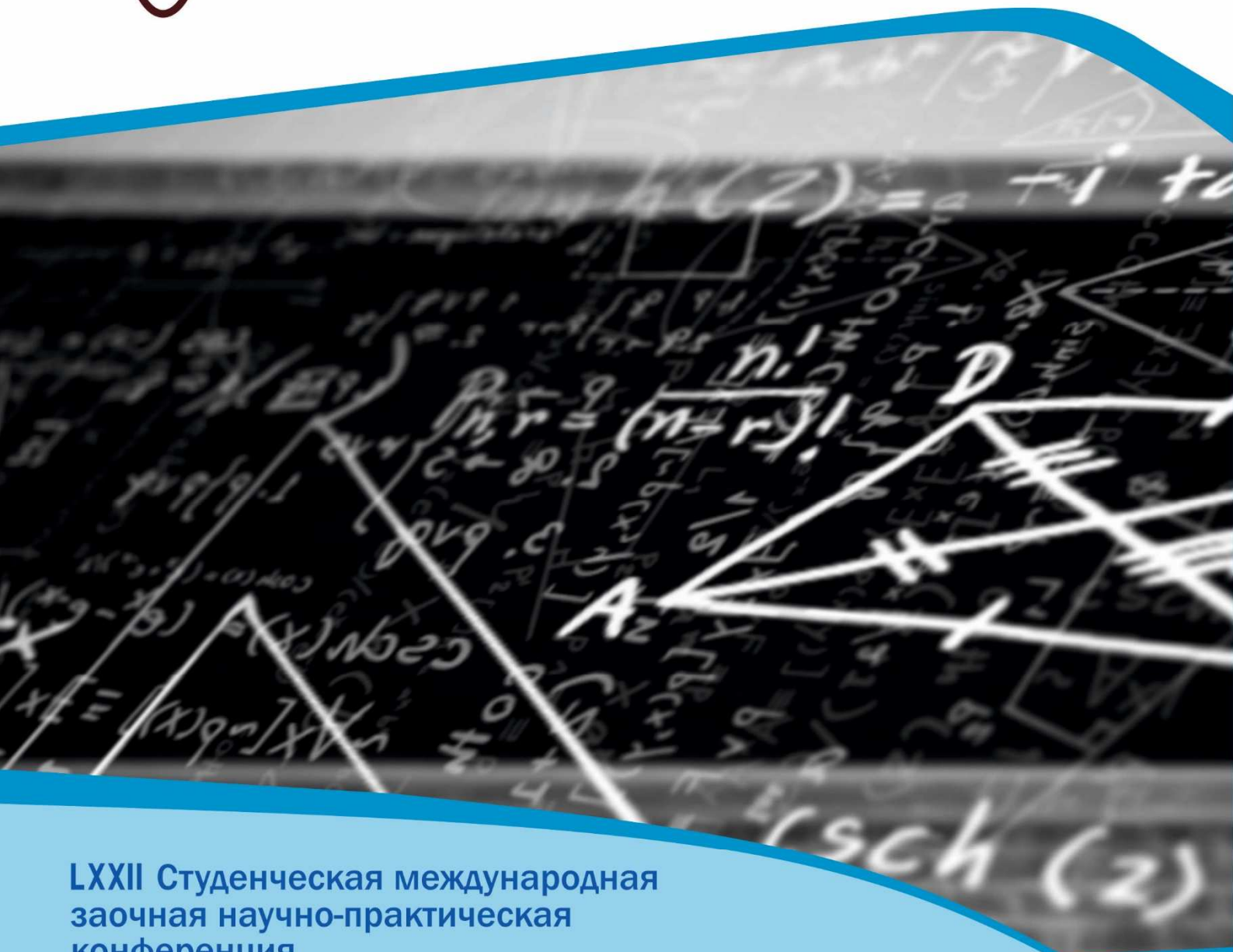


**НАУЧНЫЙ  
ФОРУМ**  
nauchforum.ru

ISSN 2618-9402



LXXII Студенческая международная  
заочная научно-практическая  
конференция

**ТЕХНИЧЕСКИЕ И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ.  
СТУДЕНЧЕСКИЙ НАУЧНЫЙ ФОРУМ  
№5(72)**

г. МОСКВА, 2024



# ТЕХНИЧЕСКИЕ И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ. СТУДЕНЧЕСКИЙ НАУЧНЫЙ ФОРУМ

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

№ 5 (72)  
Май 2024 г.

Издается с февраля 2018 года

Москва  
2024

УДК 62+51  
ББК 30+22.1  
Т38

Председатель редколлегии:

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

Редакционная коллегия:

*Волков Владимир Петрович* – кандидат медицинских наук, рецензент АНС «СибАК»;

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

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

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

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

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

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

**Т38 Технические и математические науки. Студенческий научный форум.** Электронный сборник статей по материалам LXXII студенческой международной научно-практической конференции. – Москва: Изд. «МЦНО». – 2024. – № 5 (72) / [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: [https://nauchforum.ru/archive/SNF\\_tech/5\(72\).pdf](https://nauchforum.ru/archive/SNF_tech/5(72).pdf)

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

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

## Оглавление

<b>Секция 1. Технические науки</b>	<b>6</b>
МОДЕЛИРОВАНИЕ КОЛЕБАНИЯ ТЕЛА, ПОГРУЖЕННОГО В ЖИДКОСТЬ, ПОД ДЕЙСТВИЕМ АРХИМЕДОВОЙ СИЛЫ Асанбаева Карина Александровна Исхаков Алмаз Раилевич	6
УЗЕЛ УТИЛИЗАЦИИ ОСАДКА СТОЧНЫХ ВОД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПИРОЛИЗНОГО РЕАКТОРА Ахтямова Алсу Наилевна Ротанова Алина Димитриевна Замалеев Мансур Масхутович	11
АНАЛИЗ ФАКТОРОВ ВЫЗЫВАЮЩИХ ОБРАЗОВАНИЕ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В НЕФТЯНЫХ РЕЗЕРВУАРАХ КАЗАХСТАНА Бильтаев Ерболат Ерканатович Сейтенова Гайни Жумагалиевна	15
ПРЕДЕЛ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ В МИКРОЭЛЕКТРОНИКЕ Бочаров Александр Александрович Мартынюк Алексей Анатольевич Пересторонина Юлия Викторовна	20
ПЕРЕХОД НА ЭЛЕКТРОМОБИЛИ: БУДУЩЕЕ АВТОМОБИЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ Доржиева Бэлигма Жамсарановна Павлова Светлана Валерьевна	24
УПЛОТНЕНИЯ СЛОЯ С ПОМОЩЬЮ ДОРОЖНЫХ КАТКОВ Иномов Акмалжон Илхом угли Кахаров Зайтжан Васидович	29
УСТАНОВОЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ - ДЕТАЛИ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИЕ БАЗИРОВАНИЕ ЗАГОТОВКИ Кузьмина Елизавета Михайловна	35
РЕКОНСТРУКЦИЯ ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ ПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА ЧЕЛОВЕКА НА ОСНОВЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ СВЕРТОЧНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ АРХИТЕКТУРЫ U-NET, РЕАЛИЗОВАННОЙ НА ФРЕЙМВОРКАХ KERAS И PYTORCH Куций Даниил Александрович	38

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА КЛИНИНГА БОРТОВЫХ ЧАСТЕЙ МОРСКИХ И РЕЧНЫХ СУДОВ НИЖЕ ВАТЕРЛИНИИ	42
Манаева Анастасия Александровна	
АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР СИСТЕМЫ НЕПРЕРЫВНОЙ ИНТЕГРАЦИИ CI/CD	46
Наумкина Софья Олеговна Флоринская Мария Константиновна Петрова Анна Александровна	
ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В СФЕРЕ БИЗНЕСА	50
Останин Василий Олегович Мельников Денис Александрович	
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ МОНИТОРИНГА ЗА ЛЕСНЫМИ ПОЖАРАМИ	55
Рокина Ирина Константиновна Рябова Наталья Владимировна	
ПЕЙДЖИНГ В СЕТЯХ GSM/GPRS: ОБЕСПЕЧЕНИЕ СВЯЗИ В РЕЖИМЕ ОЖИДАНИЯ	60
Санников Виктор Сергеевич Соколов Олег Аркадьевич	
РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ В АВИАЦИИ	63
Санников Виктор Сергеевич Соколов Олег Аркадьевич	
ПРОТОТИП СИСТЕМЫ ХРАНЕНИЯ СЕССИИ ВЕБ-БРАУЗЕРА НА ОСНОВЕ РЕЛЯЦИОННОЙ БАЗЫ ДАННЫХ	66
Степанов Максим Александрович	
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ В КАНАЛЕ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОЙ СВЯЗИ	76
Суров Максим Вячеславович Кулиш Ольга Александровна	
МЕТОДЫ ОБНАРУЖЕНИЯ УТЕЧЕК НА МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДАХ	86
Черкасский Владимир Владимирович	
ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОПТИМИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ	91
Шестопалова Вероника Алексеевна Мельников Денис Александрович	

ПРОБЛЕМЫ ЭЛЕКТРОНИКИ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ В АВИАЦИИ И СПОСОБЫ ИХ РЕШЕНИЯ Шушкова Ирина Вячеславовна Соколов Олег Аркадьевич	96
ЭЛЕКТРОНИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА В АВИАЦИИ Шушкова Ирина Вячеславовна Соколов Олег Аркадьевич	99
<b>Секция 2. Физико-математические науки</b>	<b>102</b>
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМОВ ТЕЛ ВРАЩЕНИЯ ВОКРУГ ОСИ ОРДИНАТ С ПОМОЩЬЮ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ОБОЛОЧЕК Асанова Арайлым Айбеккызы Дильман Торейбай Бимаганбетулы	102
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИНЦИПОВ ПОСТРОЕНИЯ И СТРУКТУР ИНТЕГРАЛЬНО-ОПТИЧЕСКИХ ЛОГИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ Полютова Ольга Евгеньевна Векшин Михаил Михайлович	113
ФИЗИКА В ВИДЕОИГРАХ Яковлева Диана Евгеньевна Татур Елена Стефановна	123

# СЕКЦИЯ 1.

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

### МОДЕЛИРОВАНИЕ КОЛЕБАНИЯ ТЕЛА, ПОГРУЖЕННОГО В ЖИДКОСТЬ, ПОД ДЕЙСТВИЕМ АРХИМЕДОВОЙ СИЛЫ

*Асанбаева Карина Александровна*

*студент,  
Башкирский государственный педагогический  
университет имени М. Акмуллы,  
РФ, г. Уфа*

*Исхаков Алмаз Раилевич*

*научный руководитель,  
канд. физ.-мат. наук, доцент,  
Башкирский государственный педагогический  
университет имени М. Акмуллы,  
РФ, г. Уфа*

**Аннотация.** В данной статье рассматривается моделирование колебания тела, погруженного в жидкость, под действием архимедовой силы.

**Ключевые слова:** моделирование, колебание тела, сила, жидкость, погружение.

Архимедова сила является одной из важнейших категорий в механике жидкостей и газов. Допустим, что в жидкость полностью погружено некоторое тело, которое находится в состоянии равновесия. На тело действует сила тяжести, приложенная к центру масс. Суммарную силу, действующую на тело со стороны жидкости, называют силой Архимеда. Результирующая горизонтальная сила, действующая на тело, равна нулю, так как проекции сил давления на любую из горизонтальных осей равны по величине и противоположны по знаку. Поэтому воздействие жидкости сводится к одной результирующей вертикальной силе. По закону Паскаля внешнее давление передается всем точкам жидкости без изменения. Следовательно, результирующая сила, действующая на погруженное в

жидкость тело и обусловленная действием внешнего давления, будет равна нулю. Таким образом, сила Архимеда обусловлена действием только весового давления [1-3].

Рассмотрим цилиндр площадью поперечного сечения  $S$  и высотой  $h$ , погружённый в жидкость плотности  $\rho$ . Основания цилиндра горизонтальны. Верхнее основание находится на глубине  $h_1$ , нижнее – на глубине  $h_2 = h_1 + h$ . На боковую поверхность цилиндра действуют силы давления, которые приводят лишь к сжатию цилиндра. Эти силы можно не принимать во внимание. На уровне верхнего основания цилиндра давление жидкости равно  $p_1 = \rho gh_1$ . На верхнее основание действует сила давления  $F_1 = p_1 S = \rho gh_1 S$ , направленная вертикально вниз. На уровне нижнего основания цилиндра давление жидкости равно  $p_2 = \rho gh_2$ . На нижнее основание действует сила давления  $F_2 = p_2 S = \rho gh_2 S$ , направленная вертикально вверх (закон Паскаля). Так как  $h_2 > h_1$ , то  $F_2 > F_1$ , и поэтому возникает равнодействующая сил давления, направленная вверх. Это и есть архимедова сила  $F_A$ . Имеем:  $F_A = F_2 - F_1 = \rho gh_2 S - \rho gh_1 S = \rho g S (h_2 - h_1) = \rho g S h$ . Но произведение  $Sh$  равно объёму цилиндра  $V$ . Получаем окончательно:  $F_A = \rho g V$ . Это и есть формула для архимедовой силы. Возникает архимедова сила вследствие того, что давление жидкости на нижнее основание цилиндра больше, чем на верхнее. Формулу можно интерпретировать следующим образом. Произведение  $\rho V$  – это масса жидкости  $m$ , объём которой равен  $V$ :  $\rho V = m$ . Но тогда  $\rho g V = mg = P$ , где  $P$  – вес жидкости, взятой в объёме  $V$ . Поэтому наряду с имеем:  $F_A = P$ . Иными словами, архимедова сила, действующая на цилиндр, равна весу жидкости, объём которой совпадает с объёмом цилиндра. Формулы справедливы и в общем случае, когда погружённое в жидкость или газ тело объёма  $V$  имеет любую форму, а не только форму цилиндра (конечно, в случае газа  $\rho$  – это плотность газа) [1-3].

Выделим мысленно в среде некоторый объём  $V$  произвольной формы. Этот объём находится в равновесии: не тонет и не всплывает. Следовательно, сила тяжести, действующая на среду, находящуюся внутри выделенного нами объёма, уравновешена силами давления на поверхность нашего объёма со



стороны остальной среды – ведь на нижние элементы поверхности приходится большее давление, чем на верхние. Иными словами, равнодействующая сил гидростатического давления на поверхность выделенного объёма – архимедова сила – направлена вертикально вверх и равна весу среды в этом объёме. Сила тяжести, действующая на наш объём, приложена к его центру тяжести. Значит, и архимедова сила должна быть приложена к центру тяжести выделенного объёма. В противном случае сила тяжести и архимедова сила образуют пару сил, которая вызовет вращение нашего объёма (а он находится в равновесии). А теперь заменим выделенный объём среды твёрдым телом того же объёма  $V$  и той же самой формы. Ясно, что силы давления среды на поверхность тела не изменятся, так как неизменной осталась конфигурация среды, окружающей тело. Поэтому архимедова сила по-прежнему будет направлена вертикально вверх и равна весу среды, взятой в объёме  $V$ . Точкой приложения архимедовой силы будет центр тяжести тела [1-3].

На погружённое в жидкость или газ тело действует выталкивающая сила, направленная вертикально вверх и равная весу среды, объём которой равен объёму тела. Таким образом, архимедова сила всегда находится по формуле. Заметим, что в эту формулу не входят ни плотность тела, ни какие-либо его геометрические характеристики – при фиксированном объёме величина архимедовой силы не зависит от вещества и формы тела. До сих пор мы рассматривали случай полного погружения тела. Чему равна архимедова сила при частичном погружении. На ту часть тела, которая находится над поверхностью жидкости, никакая выталкивающая сила не действует. Если эту часть мысленно срезать, то величина архимедовой силы не изменится. Но тогда мы получим целиком погружённое тело, объём которого равен объёму погружённой части исходного тела. Значит, на частично погружённое в жидкость тело действует выталкивающая сила, равная весу жидкости, объём которой равен объёму погружённой части тела. Формула справедлива и в этом случае, только объём всего тела  $V$  нужно заменить на объём погружённой части  $V_{\text{погр}}$ :  $F_A = \rho g V_{\text{погр}}$ . Архимед обнаружил, что целиком погружённое в воду тело вытесняет объём воды, равный

собственному объёму. Тот же факт имеет место для других жидкостей и газов. Поэтому можно сказать, что на всякое тело, погружённое в жидкость или газ, действует выталкивающая сила, равная весу вытесненной телом среды [1-3].

Величина силы сопротивления среды при малых скоростях пропорциональна скорости и имеет вид:  $F_{\text{сопр}} = k_1 v$ . Для тела  $k_1 = 6\mu r$ , где  $\mu$  – динамическая вязкость среды,  $r$  – радиус тела. Сила Архимеда  $F_A = \rho_{\text{сп}} V g = \rho_{\text{сп}} r^3 g/3$ . Закон Ньютона в направлении движения шарика имеет вид (1):

$$m \frac{d^2 y}{dt^2} = mg - F_c - F_A, \quad (1)$$

С учетом силы Архимеда получим уравнения колебания тела (2) и (3):

$$\frac{dv}{dt} = g - k_1 v/m - \rho_c V g, \quad (2)$$

$$\frac{dv}{dt} = v \quad (3)$$

Уравнения (2) и (3) составляют математическую модель колебания тела [1-3]. Данные уравнения можно решать как аналитически, так и с использованием численных методов, например модуля математического моделирования «Эйлер. Обыкновенные дифференциальные уравнения» [4].

Таким образом, при моделировании колебаний тела, погруженного в жидкость и под действием архимедовой силы, необходимо учитывать как само тело, так и воздействие среды на него. Архимедова сила возникает при погружении тела в жидкость и равна модулю веса вытесненной им жидкости. Это влияет на характер колебаний тела и может изменять их амплитуду и период. Кроме того, вязкость жидкости также играет важную роль в процессе колебаний, так как она создает дополнительное сопротивление движению тела. Поэтому при моделировании колебаний тела в жидкости необходимо учитывать все вышеперечисленные факторы для получения правильных и достоверных результатов.

## Список литературы:

1. Дадашов И.О., Корсунов К.А. Определение характера движения тела в вязкой среде под действием силы тяжести // European Research. – 2020. – №. 1. – С. 5-14.
2. Осипов Н.Е., Тимохина И.Н., Осипов А.Н. О действии силы Архимеда на тело, плотно прижатое ко дну сосуда (водоёма) // Фундаментальные и прикладные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации. – 2021. – С. 12-17.
3. Посохин В.Н., Маклаков Д.В. О влиянии архимедовых сил на развитие турбулентных струй // Известия высших учебных заведений. Авиационная техника. – 2019. – №. 3. – С. 16-21.
4. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024617070 Российская Федерация. Программный модуль математического моделирования «Эйлер. Обыкновенные дифференциальные уравнения» : № 2024615449 : заявл. 18.03.2024 : опубл. 28.03.2024 / А.Р. Исхаков, Р.Ф. Маликов; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы».

## УЗЕЛ УТИЛИЗАЦИИ ОСАДКА СТОЧНЫХ ВОД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПИРОЛИЗНОГО РЕАКТОРА

***Ахтямова Алсу Наилевна***

*магистрант,*

*Ульяновский Государственный Технический Университет,  
РФ, г. Ульяновск*

***Ротанова Алина Димитриевна***

*магистрант,*

*Ульяновский Государственный Технический Университет,  
РФ, г. Ульяновск*

***Замалеев Мансур Масхутович***

*научный руководитель,*

*канд. техн. наук, доцент,*

*Ульяновский Государственный Технический Университет,  
РФ, г. Ульяновск*

## SEWAGE SLUDGE DISPOSAL UNIT USING A PYROLYSIS REACTOR

***Alsou Akhtyamova***

*Master,*

*Ulyanovsk State Technical University,  
Russia, Ulyanovsk*

***Alina Rotanova***

*Master,*

*Ulyanovsk State Technical University,  
Russia, Ulyanovsk*

***Mansour Zamaleev***

*Scientific director,*

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,*

*Ulyanovsk State Technical University,  
Russia, Ulyanovsk*

**Аннотация.** В статье рассматривается узел утилизации осадка сточных вод с использованием пиролизного реактора, относящийся к области техники обезвреживания токсичных отходов, и может быть использовано в различных отраслях промышленности и жилищно-коммунальном хозяйстве для утилизации промышленных и бытовых отходов и сжигания осадков сточных вод.

Использование пиролизного реактора позволяет повысить экономичность и качество работы узла утилизации осадка сточных вод за счет снижения затрат на использования природного газа в качестве топлива, путём замены его на циркуляционные дымовые газы с парового котла в качестве теплоисточника.

**Abstract.** The article discusses a sewage sludge disposal unit using a pyrolysis reactor, which relates to the field of toxic waste disposal technology, and can be used in various industries and housing and communal services for the disposal of industrial and household waste and the incineration of sewage sludge. The use of a pyrolysis reactor makes it possible to increase the efficiency and quality of operation of a sewage sludge disposal unit by reducing the cost of using natural gas as fuel, by replacing it with circulating flue gases from a steam boiler as a heat source.

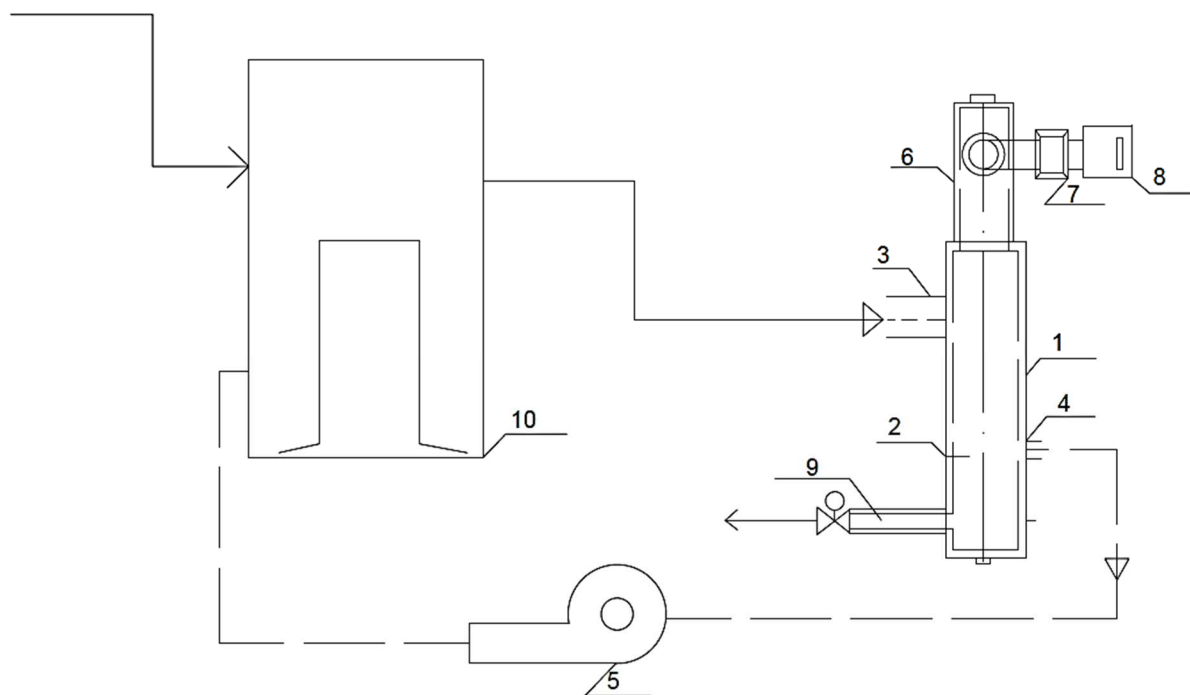
**Ключевые слова:** пиролизный реактор, осадок сточных вод, утилизация, дымовые газы

**Keywords:** pyrolysis reactor, sewage sludge, disposal, flue gases

Осадки сточных вод представляют собой твердую фракцию сточных вод, состоящую из органических и минеральных веществ, выделенных в процессе очистки сточных вод методом отстаивания (сырой осадок), и комплекса микроорганизмов, участвовавших в процессе биологической очистки сточных вод и выведенных из технологического процесса [1].

С развитием промышленности всё большую популярность как способ утилизации осадков сточных вод приобретает такой процесс, как сжигание. Осадок сточных вод с его высоким содержанием органических веществ и достаточно постоянным поступлением предоставляет прекрасную возможность реализовать некоторые из этих стратегий с использованием технологий термохимической конверсии, которые рассматриваются как одна из альтернатив утилизации таких потоков отходов. Грамотно собранная и оснащенная необходимыми системами фильтрации пиролизная установка не несет в себе вреда для экологии, при этом эффективно справляется с утилизацией отходов. Пиролиз представляет собой

метод термического разложения полимерных материалов или органических веществ под действием температуры в отсутствие окислительной среды.



**Рисунок 1. Схема узла утилизации осадка сточных вод с использованием пиролизного реактора**

Узел утилизации осадка сточных вод работает следующим образом.

Подача осадка сточных вод в пиролизный реактор 1, осуществляется с помощью питательного конвейера 8, осадок сточных вод попадает в шредер 7. Затем готовая смесь попадает в пиролизный реактор 1. Циркуляционные дымовые газы поступают в пиролизный реактор 1, выполненный в виде полого цилиндра, внутри которого расположена зона утилизации 2 осадка сточных вод. Синтез-газ получаемый в зоне 2 утилизации осадка сточных вод проходит по присоединенному патрубку 9 отвода синтез газа, затем отводится на прочие полезные нужды. К начальной части 3 полого цилиндра между корпусом и внешней оболочкой цилиндра подключен патрубок подвода циркуляционных дымовых газов, а к концевой части 4 полого цилиндра между корпусом и внешней оболочкой цилиндра подключен патрубок отвода циркуляционных дымовых газов в паровой котел 13.

Движение циркуляционных дымовых газов в паровой котел осуществляется при помощи дымососа 5.

Предложенный узел утилизации осадка сточных вод с использованием пиролизного реактора, позволяет повысить эффективность работы установки за счет снижения затрат на сжигание природного газа в качестве теплоисточника, который может быть полезно использован, например для выработки острого пара который можно использовать для выработки электрической энергии в паровой турбине.

Таким образом, предложенный узел утилизации осадка сточных вод с использованием пиролизного реактора позволяет достичь заявленный технический результат – повышение экономичности и качества работы узла, путем снижения затрат на использование природного газа в качестве теплоисточника.

#### **Список литературы:**

1. ГОСТ Р 17.4.3.07-2001.Охрана природы. Почвы. Требования к свойствам осадков сточных вод. //Госстандарт России,2001. [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <http://www.docload.ru/Basesdoc/9/9201/index.htm>
2. Гафуров Н.М., Хисматуллин Р.Ф. Особенности технологии быстрого пиролиза биомассы. // Инновационная наука. - 2016. - № 5-2. – С. 65-66.
3. Пахненко Е.П. Осадки сточных вод и другие нетрадиционные органические удобрения. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. – 314 с.

# АНАЛИЗ ФАКТОРОВ ВЫЗЫВАЮЩИХ ОБРАЗОВАНИЕ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В НЕФТЯНЫХ РЕЗЕРВУАРАХ КАЗАХСТАНА

***Бильтаев Ерболат Еркнатович***

*магистрант,  
НАО Торайгыров университет,  
Казахстан, г. Павлодар*

***Сейтенова Гайни Жумагалиевна***

*научный руководитель,  
канд. хим. наук, ассоциированный профессор,  
НАО Торайгыров университет,  
Казахстан, г. Павлодар*

**Аннотация.** Статья представляет собой анализ основных причин, приводящих к накоплению донных отложений в резервуарах нефтяных парков Казахстана. Понимание причин позволит использовать эффективный метод борьбы с донными отложениями в определенном случае. Резервуары играют ключевую роль в нефтяной промышленности, и понимание процессов образования отложений в них является критически важным для предотвращения коррозии и обеспечения безопасности эксплуатации.

## Введение

Нефтяные резервуары являются важным звеном в нефтяной промышленности, их состояние и работоспособность имеют прямое влияние на эффективность производства. Однако накопление донных отложений внутри резервуаров может привести к серьезным проблемам, таким как коррозия и уменьшение производительности. В данной статье мы рассмотрим основные факторы, способствующие образованию донных отложений в резервуарах нефтяных парков Казахстана.

Формирование накоплений в резервуарах обусловлено выделением и последующим осаждением твердой фазы. Этот процесс зависит от физико-химических свойств нефти, окружающей среды, температуры и других параметров, а также от конструктивных особенностей резервуаров и их технической эксплуатации.

Физико-химические свойства нефти играют решающую роль в формировании донных отложений в резервуарах. Высокое содержание солей, сероводорода и



других веществ в нефти может способствовать образованию осадков при контакте с водой или металлическими поверхностями резервуара. Согласно исследованию Хиллмана и соавторов, физико-химические свойства нефти являются одним из основных факторов, влияющих на формирование донных отложений. [1].

Температурные перепады внутри резервуара могут приводить к конденсации и кристаллизации различных компонентов нефти, что способствует образованию отложений. Например, при низких температурах парафин содержащийся в нефти может кристаллизоваться и оседать на дне резервуара. Согласно исследованию Смита и его коллег, температурные условия играют важную роль в образовании донных отложений. [2].

Вода и механические примеси, попадающие в резервуар вместе с нефтью, могут стать ядрами кристаллизации и способствовать образованию отложений. Это особенно актуально в случае наличия высоких концентраций солей и других веществ, способствующих образованию осадков. Исследование Брауна и соавторов подтверждает, что наличие воды и механических примесей в нефти влияет на формирование донных отложений. [3].

Материалы, используемые для изготовления резервуаров, могут оказывать влияние на формирование отложений. Некоторые материалы могут реагировать химически с нефтью или водой, что приводит к образованию осадков. Кроме того, структура и гладкость внутренних поверхностей резервуара также могут оказывать влияние на скорость образования отложений. Исследование Уайта и соавторов показывает, что структура и материал резервуара влияют на образование донных отложений. [4].

В резервуарах наблюдается неравномерное распределение осадков, причем максимальная их толщина отмечается в областях, удаленных от приемораздаточных патрубков, что затрудняет точное определение фактического количества нефти в резервуаре. Толщина осадка может варьироваться в пределах от 0,3 до 3 метров, а его объем – от 300 до 6000 кубических метров. Распределение нефтяных осадков и характерные зоны коррозионного поражения нижнего пояса стенки резервуара показаны на Рисунке 1. Выявлено, что максимальные

отложения наблюдаются в осенне-зимний период в верхней части резервуара, на расстоянии от 8 до 11 метров от днища, где отсутствует освещение и прогрев солнцем. Толщина осадков уменьшается на расстоянии от 6 до 7 метров от крыши резервуара.



*Рисунок 1. Распределение нефтеосадка в РВС*

На солнечной стороне поверхность резервуара подвергается нагреванию, что способствует частичному перемещению парафиновых отложений с внутренних стенок в нижнюю часть резервуара. Формирование осадков на шероховатой поверхности происходит более интенсивно, причем продукты коррозии выступают в качестве ядер кристаллизации парафина и образования крупных дисперсных частиц суспензии.

Современные исследования свидетельствуют о том, что прямой корреляции между содержанием парафина и его отложением в резервуарах не наблюдается. Это объясняется различиями в составе твердых углеводородов, особенно в соотношении ароматических, нафтеновых и метановых соединений в высокомолекулярной части углеводородов, которые часто не могут быть определены стандартными методами анализа нефти. Тем не менее, эти различия в составе твердых углеводородов значительно влияют на процесс образования парафиновых отложений.

Углеводороды с разветвленными структурами, включая ароматические, нафтеновые и изоалкановые соединения, проявляют меньшую устойчивость в отложениях парафина из-за их повышенной способности кристаллизовываться в жидкой фазе. С другой стороны, углеводороды метанового ряда, особенно

высокомолекулярные парафины, легко выделяются из раствора и образуют плотные структуры.

Научные исследования показывают, что рыхлые и полужидкие кристаллические отложения могут быть относительно легко удалены, в то время как плотные и прочные отложения, в основном состоящие из n-алканов, вызывают серьезные трудности и требуют значительных затрат на их устранение.

Более того, донные парафинистые отложения в резервуарах могут быть классифицированы как рыхлые и уплотненные по своей структуре. Рыхлые отложения представляют собой осевшие частицы смоло-парафиновой смеси, которые образуются в течение короткого времени и подобны нефти по своим свойствам. Уплотненные отложения, напротив, характеризуются плотной компактной структурой и накапливаются в процессе длительной эксплуатации резервуаров, содержа воду и механические примеси в сравнении с нефтью.

#### Выводы

Анализ основных причин накопления донных отложений в резервуарах нефтяных парков Казахстана позволяет выявить ключевые факторы, влияющие на состояние и работоспособность этих объектов. Для предотвращения образования отложений необходимо систематическое контролирование и поддержание оптимальных условий эксплуатации резервуаров. Дальнейшие исследования в этой области могут способствовать разработке эффективных методов очистки и предотвращения образования отложений, что повысит эффективность нефтяной промышленности Казахстана.

#### Список литературы:

1. Smith, J. et al. "Chemical Properties of Crude Oil and Their Impact on Deposit Formation". *Journal of Petroleum Science and Engineering*. – 2020. – 25(2). – P. 123-135.
2. Johnson, A. et al. "Temperature Effects on Paraffin Deposition in Oil Reservoirs". *Energy & Fuels*. – 2018. – 15(4). – P.567-579.
3. Brown, M. et al. Water Content and Its Effect on Deposit Formation in Oil Storage Tanks. *Journal of Petroleum Technology*. 2019. – 30(3). – P. 210-223.

4. White, D. et al. Influence of Tank Material and Surface Roughness on Deposit Formation. *Journal of Materials Science*. – 2017. – 12(1). – P. 45-57.
5. Хиллман, Дж. и др. (2020). "Chemical Properties of Crude Oil and Their Impact on Deposit Formation". *Journal of Petroleum Science and Engineering*. – 2020. – 25(2). – P. 123-135.
6. Смит, Д. и др. Temperature Effects on Paraffin Deposition in Oil Reservoirs. *Energy & Fuels*. – 2018. – 15(4). – P. 567-579.
7. Браун, М. и др. Water Content and Its Effect on Deposit Formation in Oil Storage Tanks. *Journal of Petroleum Technology*. – 2019. – 30(3). – P. 210-223.
8. Уайт, Д. и др. Influence of Tank Material and Surface Roughness on Deposit Formation. *Journal of Materials Science*. – 2017.

## ПРЕДЕЛ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ В МИКРОЭЛЕКТРОНИКЕ

**Бочаров Александр Александрович**

*студент,*

*Воркутинский арктический горно-политехнический техникум,  
РФ, Республика Коми, г. Воркута*

**Мартынюк Алексей Анатольевич**

*студент,*

*Воркутинский арктический горно-политехнический техникум,  
РФ, Республика Коми, г. Воркута*

**Пересторонина Юлия Викторовна**

*научный руководитель,*

*преподаватель английского языка,*

*Воркутинский арктический горно-политехнический техникум,  
РФ, Республика Коми, г. Воркута*

**Актуальность** нашей работы заключается в том, что микроэлектроника в современном мире играет важную роль во многих аспектах нашей жизни.

Она является одним из наиболее динамично развивающихся направлений современных технологий, играет ключевую роль в различных формах нашей жизни, включая информационные технологии, медицинское оборудование, авиацию, автомобильную промышленность.

Несмотря на свои успехи, микроэлектроника сталкивается с потенциальными вызовами, которые могут привести к замедлению или временному застою в ее развитии. Соответственно возникает **проблема** во временном застое прогресса, который может плохо сказаться на технологическом рынке, компаниях и жизни обычных людей.

**Цель работы:** изучить негативные предпосылки и последствия временного застоя в развитии микроэлектроники и доказать принципиальную возможность возникновения стагнации в её развитии. А также опровергнуть появившейся не так давно миф, предрекающий предел развития микроэлектроники.

**Практическая ценность:** эта работа может быть полезна инженерам, специалистам и руководителям, так как она помогает лучше понять возможные

причины и последствия стагнации в развитии области микроэлектроники. Также может быть полезна для компаний и исследовательских учреждений, занимающихся данной тематикой при разработке планов развития.

В ходе работы над проектом были обозначены основные теоретические аспекты производства процессоров, являющиеся ключевыми вычислительными интегральными схемами в ЭВМ и отражающие прогресс в технологии микросхем, одна из самых сложных, изобретённых человечеством технологий как фотолитография и транзистор, мельчайший переключатель бинарной логики.

Также рассмотрены основные экономические причины застоя развития микроэлектроники.

Автор отмечает геополитическую напряжённость, возрастающую стоимость производства интегральных схем, общее падение рынка промышленной электроники всех видов, конкуренцию и сложность вхождения на мировой рынок, вывод своей продукции на потоковое производство новым стартапам и компаниям.

Полупроводниковая промышленность развивается уже очень давно и динамика рынка была постоянной. Это заметил Гордон Мур, инженер, деятель в области компьютерных технологий и сформулировал свой именной закон в 1965 году, согласно которому (в современной формулировке) количество транзисторов, размещаемых на кристалле интегральной схемы, удваивается каждые 24 месяца.

Однако формулировка закона Мура неоднократно менялась, что ставит под сомнение значение и смысл его существования. Упомянутые настоящие экономические причины стагнации отличаются от предыдущих своей масштабностью. То есть раньше рынок микроэлектроники массово повернул нашу жизнь в положительную сторону и многие проблемы были незначительными, а сегодня трудности берут верх и массово влияют на наш уровень жизни, не давая эффективно двигаться дальше. Или даже полностью останавливают ход развития.

Не только экономические причины виновны в происходящем сегодня. Развитие физики явно отстает от усложнения логики и архитектуры аппаратных средств.

Конкуренция на рынке одновременно возрастает и снижается. Компании ради увеличения прибыли и продвижения в технологическом развитии, упрощении производства вынуждены консолидироваться. Данное явление повышает корреляцию, зависимость одних компаний от других. Поэтому конкуренция снижается, потому что каждому участнику рынка становится более бессмысленно соперничать из-за распределённых обязанностей по производству оборудования. Происходит отход от ярко выраженных этапов наращивания производственных мощностей, приводивших к перепроизводству. Но одновременно конкуренция повышается по причине невозможности малым стартапам и энтузиастам эффективно проявить себя из-за давления устоявшихся компаний. Сейчас производители ИС предпочитают модернизировать существующие мощности, а не сооружать новые для освоения очередного технологического поколения. Мы предлагаем идеи, которые способны снизить показатели корреляции, консолидации и насытить рынок новыми технологиями. Первое, замена кремния на материалы с более лучшими характеристиками. В перспективе развития мы видим арсенид галлия и нитрид галлия для получения большей производительности от процессоров.

Вторая идея, преобразовать сам принцип вычислений и логику производства микроэлектроники. Мы предлагаем заменить носителей заряда, электроны, на световое излучение. Передавать информацию при помощи света выгоднее, так как это позволяет получать широкую полосу пропускания, невосприимчивость к электрическим помехам и минимальный нагрев. Теоретические оптические соединения помогут снизить задержку, увеличить скорость взаимодействия между вычислительными блоками процессора и кэшем или же между процессором и ОЗУ. Фотоника позволяет компьютерам адаптироваться, но не решает проблему ограничений физического кремния.

А квантовые технологии теоретически могут решить все проблемы, связанные с кремнием. Квантовые компьютеры экспоненциально быстрее.

На данный момент распространена ультрафиолетовая фотолитография, которая уже подошла к своим предельным техническим возможностям по печати

мельчайших транзисторов. Рентгенолитография же работает на более высокочастотном излучении, что позволит печатать более мелкие структуры.

Корпус процессора может быть стеклянным или оптоэлектронным. 3D-структуры на основе стекла позволяют создавать сверхкороткие межсоединения и соединения с низкими RC-потерями, создавая более высокую пропускную способность по сравнению с кремниевыми интерпозерами.

Итоги с одной стороны неутешительные: Закон Мура утратил актуальность, в настоящее время отказываются от сложных разработок из-за сложностей в их внедрении. Но несмотря на это, по нашему мнению, новый фаворит производителей микросхем - интернет вещей. Для интернета вещей производительность и количество элементов на кристалле не являются критическими конкурентными преимуществами, зато малое энергопотребление и дешевизна являются. Поэтому нас ждёт время активного распространения и усложнения технологий по всему миру, не смотря на временную стагнацию и разговоры о полной остановке развития не имеют под собой объективной доказательной основы.

### **Список литературы:**

1. Электронный ресурс IHS says Moore's Law led to trillions of dollars added to global economy // Solid State Technology.
2. Электронный ресурс [tadviser.ru](http://tadviser.ru)/Статья: Полупроводники
3. Электронный ресурс (мировой рынок)
4. Электронный ресурс [analytics.ru](http://analytics.ru)/Обзор мирового и отечественного рынка микроэлектроники
5. Электронный ресурс [tinyurl.com/8tmztns2](http://tinyurl.com/8tmztns2)
6. Электронный ресурс Scientific American
7. Электронный ресурс [tinyurl.com/42ujt3wx](http://tinyurl.com/42ujt3wx)
8. Электронный ресурс [tinyurl.com/55fp7wzv](http://tinyurl.com/55fp7wzv)
9. Электронный ресурс [tinyurl.com/2zzumz9p](http://tinyurl.com/2zzumz9p)
10. Электронный ресурс [tinyurl.com/bdd6djz4](http://tinyurl.com/bdd6djz4)
11. Электронный ресурс [tinyurl.com/59uh8xpx](http://tinyurl.com/59uh8xpx)
12. Электронный ресурс [tinyurl.com/47penhe](http://tinyurl.com/47penhe)



## ПЕРЕХОД НА ЭЛЕКТРОМОБИЛИ: БУДУЩЕЕ АВТОМОБИЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ

**Доржиева Бэлигма Жамсарановна**

*студент,*

*Улан-Удэнский колледж железнодорожного транспорта,*

*филиал ФГБОУ ВО Иркутский государственный*

*университет путей сообщения,*

*РФ, г. Улан-Удэ*

**Павлова Светлана Валерьевна**

*научный руководитель,*

*преподаватель высшей категории,*

*Улан-Удэнский колледж железнодорожного транспорта,*

*филиал ФГБОУ ВО Иркутский государственный*

*университет путей сообщения,*

*РФ, г. Улан-Удэ*

Актуальность исследования: машина будущего – электромобиль.

Цель: узнать, насколько покупка электрокара, выгоднее и экологичнее обычного автомобиля.

Задачи исследования:

1. Узнать, что такое электромобиль
2. Насколько покупка электромобиля экологична
3. Можем ли мы, жители Бурятии рассчитывать на электромобили
4. Заключение

1. Что такое электромобиль

Электромобиль – автомобиль, приводимый в движение одним или несколькими электродвигателями с питанием от независимого источника электроэнергии (аккумуляторов, топливных элементов, конденсаторов и т. п.), а не двигателем внутреннего сгорания.

Электромобиль состоит из следующих основных компонентов:

1. Электрический двигатель: основной источник энергии для приведения в движение электромобиля.
2. Аккумуляторная батарея: хранит энергию, необходимую для питания электрического двигателя.

3. Зарядное устройство: используется для подзарядки аккумуляторной батареи из внешнего источника электропитания.

4. Контроллер: управляет потоком энергии между аккумуляторной батареей и электрическим двигателем.

5. Различные датчики и системы безопасности: обеспечивают безопасность и эффективность работы электромобиля.

6. Кузов и интерьер: включает в себя кузов автомобиля, салон и другие элементы дизайна.

7. Ходовая часть: включает в себя колеса, подвеску, тормозную систему и другие компоненты, необходимые для движения и управления автомобилем.

Это основные компоненты электромобиля, однако, в зависимости от модели и производителя могут быть и другие дополнительные элементы.

## 2. Насколько покупка электромобиля экологична

Покупка электромобиля считается более экологичной по сравнению с традиционными автомобилями с двигателями внутреннего сгорания из-за следующих факторов:

1. Электромобили не выбрасывают вредные газы в атмосферу, что позволяет уменьшить загрязнение воздуха и бороться с изменением климата.

2. Производство электромобилей обычно связано с меньшим количеством выбросов парниковых газов и загрязняющих веществ, чем производство обычных автомобилей.

3. Применение электромобилей способствует снижению зависимости от нефтепродуктов и уменьшению добычи и переработки нефти.

4. Возможность заряжать электромобиль от возобновляемых источников энергии, таких как солнечная или ветровая энергия, делает его еще более экологически чистым.

Но все же стоит учитывать, что у этой идеи есть свои недостатки.

1. Производство аккумуляторных батарей не полностью экологично.

2. Утилизация аккумуляторов не является полностью экологичной.

3. Применение не всегда «чистой» электроэнергии.

4. Увеличится износ покрышек.

5. Повысится добыча редких материалов.

6. Использование подобных машин только в местах со станциями подзарядки.

В наше время многие производители традиционных авто выпускают на рынок модели электромобилей. Такие компании как Kia motors, Hyundai motor, Geely Automobile, Toyota и многие другие. Давайте сравним электромобиль Tesla model 3 и автомобиль Toyota Corolla.

**Таблица 1.**

**Сравнение Tesla Model 3 и Toyota Corolla**

Tesla Model 3	Марка	Toyota Corolla
США	Страна производства	Япония
2019	Год выпуска	2018
2700000 млн. руб.	Стоимость машины	2200000 млн. руб.
Электро	Тип двигателя	Бензиновый
Полный	Привод	Задний
534 л.с.	Мощность	116 л.с.
3.3 секунды	Разгон до 100 км/ч	10.1 секунды
267 км/ч	Максимальная скорость	200 км/ч
Автомат	Коробка передач	Механика
660 Н*м об/мин	Максимальный крутящий момент	185 Н*м об/мин
1919 кг	Снаряженная масса:	1300 кг



**Рисунок 1. Tesla Model 3**



*Рисунок 2. Toyota Corolla*

### 3. Можем ли мы, жители Бурятии рассчитывать на электромобили

Жители Бурятии, как и жители других регионов России, также могут рассчитывать на возможность использования электромобилей. В настоящее время в России наблюдается постепенное развитие инфраструктуры для зарядки электромобилей, включая установку зарядных станций на общественных местах и развитие сети быстрой зарядки.

В Бурятии также можно ожидать появление зарядных станций для электромобилей, особенно в крупных городах и на автомагистралях. Кроме того, с ростом популярности электромобилей и повышением осведомленности о преимуществах экологически чистого транспорта, жители Бурятии могут начать проявлять больший интерес к приобретению и использованию электромобилей.

Однако стоит учитывать, что доступность электромобилей в регионах может быть ограничена из-за их высокой стоимости и недостаточной развитости инфраструктуры. Тем не менее, с развитием технологий и поддержкой со стороны государства, использование электромобилей в Бурятии и других регионах России может стать все более распространенным.

#### 4. Заключение

В заключении хочу сказать, что используя электромобили, не выделяются вредоносные выбросы, также у них более высокий коэффициент эффективности использования энергии, электрокары работают более тихо чем, обычные автомобили и могут использовать возобновляемые источники энергии.

Машина будущего хоть и стоит больших вложений, но в наше время есть масса предложений для её покупки. Такие как кредиты и субсидии. В 2023 году владельцы электрокаров, проживающие, в Москве и республике Татарстан и Башкортостан освобождены от налога на электромобиль. Для владельцев электрических авто действуют льготы: бесплатное передвижение по платным трассам; легальный проезд по полосам, для автобусов; отдельные бесплатные парковки со станциями для зарядки.

В будущем электромобили, претерпят множество модернизаций и станут действительно машинами будущего.

#### **Список литературы:**

1. Сайт онлайн-журнала Life Profit – [ Электронный ресурс ] – Режим доступа. – URL: <https://life.akbars.ru> (Дата обращения 11.04.2024).
2. Сайт auto.ru – [Электронный ресурс ] – Режим доступа. – URL: <https://auto.ru> (Дата обращения 4.04.2024).

## УПЛОТНЕНИЯ СЛОЯ С ПОМОЩЬЮ ДОРОЖНЫХ КАТКОВ

***Иномов Акмалжон Илхом угли***

*студент,*

*Ташкентский государственный  
транспортный университет,  
Узбекистан, г. Ташкент*

***Кахаров Зайтжан Васидович***

*научный руководитель,*

*доцент кафедры Инженерия железных дорог,  
Ташкентский государственный  
транспортный университет,  
Узбекистан, г. Ташкент*

**Аннотация.** В данной статье рассматриваются технологические процессы уплотнения слоя с помощью дорожных катков. Приведен анализ процесса укатки при движении вальца на длину элемента.

**Ключевые слова:** процесс уплотнения, вальцовый каток, проходка вальцового катка, укатка слоя грунта, силы сопротивления слоя грунта.

При устройстве слоев дорожной одежды из сыпучих материалов таких как песок, песчано-гравийная смесь или щебень, необходимо тщательное уплотнение слоя с помощью дорожных катков.

Каток – это дорожно-строительная машина, предназначенная для уплотнения грунтов и послойного уплотнения слоев дорожной одежды из сыпучих материалов. Катки применяются в дорожном и аэродромном строительстве, на строительстве гидротехнических объектов и железнодорожных путей.

Рабочие органы катков – вальцы бывают так же нескольких видов: кулачковые, гладкие стальные, решетчатые и на пневматических резиновых шинах, одно вальцовые, двух вальцовые и трех вальцовые. Но есть одна характеристика, которая является основной для всех видов катков – это их вес. Но большой вес катка, еще не означает эффективное он уплотнение материала.

Если используемым при строительстве материалом является щебень, то при его уплотнении необходимо учитывать ряд особенностей. Обычно при строительстве дорог используется щебень мелких фракций: 2-10 мм и крупных – от 40 мм до 70 мм. По поверхности крупной фракции насыпается более мелкая (клинец) и в процессе укатывания образуется проникновение более мелких зерен щебня между более крупными. Происходит так называемая заклинка.

При уплотнении щебеночного слоя дорожной одежды важно выбрать оптимальный вес самого катка. При слишком большом весе дорожной машины, возможно продавливание уплотняемого слоя и деформация нижележащих слоев дорожной одежды, что конечно, является недопустимым.

Показатели интегрального уравнения дают значение константы  $A$  (Дж/кг), зависящей от давления катка на поверхность слоя  $R$  (Н/см<sup>2</sup>), подчеркивая необходимость выяснения оптимального (необходимого и достаточного) числа проходов вальца по одному месту  $n_0$ .

Энергетический уровень уплотняемого слоя определяется из выражения

$$\varepsilon_0 = \frac{\delta}{\gamma} R_0 \text{ (Дж/кг)},$$

при плотности массы  $\gamma = \frac{m_0}{g_0}$  где:  $g_0$  – уплотняемый объём, см<sup>2</sup>.

По данным наблюдений, после первого прохода вальца в уплотняемом слое остаются внутренние силы сопротивления, возникающие в результате увеличения контакта между частицами уплотняемого вещества, так как уменьшаются пустоты, неравномерность плотности.

Сущность процесса уплотнения (механизм) заключается в сдвиге частиц относительно друг друга ( $\varepsilon_{0-2} = A m_0$ ), причем этот сдвиг в начале уплотнения не вызывает сил упругости, в дальнейшем они появляются, просадка слоя  $\delta$  (измеряемая микронами) является упругой, исчезающей после прохода вальца.

При завершении процесса укатки слоя просадка  $\delta$  соответствует создаваемому вальцом напряжению и отношение  $\frac{\delta}{h}$  получает предельное значение,

определяющий конечный энергетический уровень слоя. Средняя скорость движения вальца ( $v_0$ , м/с) практически зависит от волнообразования на поверхности слоя и должна быть минимальной для увеличения КПД. Фактическая продолжительность прохода при длине уплотняемого слоя  $l$  (м)  $t_x = \frac{l}{v_0}$ .

Анализ процесса укатки показывает, что при движении вальца на длину элемента  $\sqrt{D\delta - \delta^2}$  валец поднимается на высоту  $\delta$ . Это позволяет выразить процесс равенством работы внешней силы и силы сопротивления слоя уплотнению:

$$T\sqrt{D\delta - \delta^2} = Q\delta \text{ (Дж)},$$

Характеризующим взаимодействием рабочего органа машины и перерабатываемого материала. Такие равенства ложатся в основу анализа процессов при экспериментальном исследовании.

При общей длине уплотняемого слоя  $l=100$  м, при толщине слоя  $h=0,1$  м и применении двух вальцового катка общим весом 1 т, с весом каждого вальца с образующей 0,5 м и диаметром 0,5 м 5000Н осадка слоя после 20 проходов вальца 2-5 рейсов катка в двух направлениях достигла 0,009м.

При дальнейших проходках вальца толщина слоя не уменьшалась, что позволило считать процесс завершенным. При первом проходе длина следа от вальца  $2\sqrt{D\delta - \delta^2}=0,12$  м, его половина -0,06м. Отношение  $\frac{\delta}{\sqrt{D\delta - \delta^2}} = f = 0,15$  является коэффициентом сопротивления движению вальца.

При общем времени уплотнения слоя 11000 с среднее время одного прохода составляет 550 с или скорость движения  $v_0=0,18$  м/с – 650 м/ч является средней в процессе укатки.

При силе тяги, измеряемой динамометром,  $T=400$  Н, мощность катка  $Tv=7200$  ДЖ/с, работа, затраченная в процессе, около 9000000 Дж.

При общем объеме уплотняемого материала  $100 \cdot 0,5 \cdot 0,1=5$  м<sup>3</sup> и плотности песчаного грунта 1600 кг/м<sup>3</sup> масса уплотняемого материала  $m_0$  составляет 8000 кг и на 1 м<sup>2</sup> расходуется  $79200000:8000=9900$ Дж.



При удельном давлении вальца  $10000 \text{ Н/м}^2$  полезная работа катка на всю площадь укатки  $\omega = 500 \text{ м}^2$  составляет  $5000000 \cdot 0,009 = 45000 \text{ Дж}$ , что делает поглощения энергии на  $1 \text{ м}^3$   $\varepsilon_o = 4500 \cdot 8000 = 0,5625 \text{ Дж/кг}$ , КПД укатки  $k = 5,625 \cdot 99 = 0,567$ .

Постоянство мощности машины, перерабатывающей различные материалы (в среднем  $7200 \text{ Дж/с}$ ), и ее энергетической константы  $\alpha = 0,0001$  подтверждает возможность объективной оценки машин их энергетическими константами, на значения которых влияют конструктивные особенности машин и их параметры.

### Список литературы:

1. Э.В. Костерин. «Основания и фундаменты»: Учеб. для вузов- 3-е изд., перераб. и доп.– М.: Высш. шк., 1990.
2. Djabbarov S., Kakharov Z., Kodirov N. Device of road boards with compacting layers with rollers //AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing LLC, 2022. – Т. 2432. – №. 1. – С. 030036.
3. Kakharov, Z., Yavkacheva, Z. Determination of the bearing capacity of a building and structures of energy facilities. E3S Web of Conferences, 2023, 371, 02042.
4. Кахаров З.В., Кодиров Н.Б. Методы укрепления оснований здания и сооружения // Системная трансформация-основа устойчивого инновационного развития. – 2021. – С. 18-37.
5. Кахаров З.В. Уплотнение слоев вальцами катков // Электронный инновационный вестник. – 2018. – №. 3. – С. 10-11.
6. Кахаров З.В. и др. Устройство основания сооружений в слабых грунтах // Фундаментальные и прикладные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации. – 2020. – С. 63-65.
7. Кахаров З.В. Укрепления основания фундаментов методом закрепления грунтов инъекцией растворов // Глобус: технические науки. – 2019. – №. 6 (30). – С. 12-13.
8. Кахаров З.В. Железнодорожная конструкция для высокоскоростных дорог // Universum: технические науки. – 2022. – №. 5-4 (98). – С. 43-45.
9. Кахаров З.В. и др. Требование к верхнему строению пути на высокоскоростных железнодорожных путях //Евразийский союз ученых. – 2021. – №. 4-1. – С. 45-48.
10. Кахаров З.В. Земляные работы при возведении земляного полотна железных дорог // Вопросы технических наук в свете современных исследований. – 2017. – С. 39-43.

11. Кахаров З.В., Мирханова М.М. Переход жидких, пластичных, сыпучих тел в твердое состояние // Научно-технический прогресс: актуальные и перспективные направления будущего. – 2019. – С. 164-166.
12. Кахаров З.В., Кодиров Н.Б. Основные требования к щебню из природного камня для балластного слоя железнодорожного пути // Инновационные научные исследования. – 2022. – №. 12-2. – С. 24.
13. Кахаров З.В. и др. Устройство оснований автомобильных дорог с уплотнением слоев катками // Инновации. Наука. Образование. – 2021. – №. 41. – С. 457-463.
14. Кахаров З.В., Кодиров Н.Б. Механизм процессов общего сжатия и расширения массы // Моя профессиональная карьера. – 2023. – Т. 1. – №. 44. – С. 11-14.
15. Кахаров З.В. Взаимодействие стрелового крана с грузом // Universum: технические науки. – 2023. – №. 1-2 (106). – С. 48-50.
16. Кахаров З.В. Анализ процесса схватывания бетона. // Universum: технические науки. – 2022. – №. 12-2 (105).
17. Кахаров З.В. Взаимодействие рабочих органов машин с перерабатываемыми материалами // Технические науки: проблемы и решения. – 2018. – С. 104-108.
18. Kakharov, Z., Mirzakhidova, O. (2023). Soil Surface Compaction Analysis During the Construction of Railways and Roads. In: Zokirjon ugli, K.S., Muratov, A., Ignateva, S. (eds) Fundamental and Applied Scientific Research in the Development of Agriculture in the Far East (AFE-2022). AFE 2023. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 706. Springer, Cham.
19. Kakharov Z. Mechanisms of the processes of shear, slice, general compression and expansion of mass // E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – Т. 402. – С. 12007.
20. Кахаров З.В. и др. Назначение материалы для балластного слоя железнодорожных путей / /Новая наука: история становления, современное состояние, перспективы развития. – 2021. – С. 33-35.
21. Кахаров З.В., Исломов А.С. Способы устройства буронабивных свай // Scienceweb academic papers collection. – 2023.
22. Кахаров З.В., Мирханова М.М. Методы искусственного закрепления грунта оснований зданий и сооружений // Вестник науки. – 2022. Т. 4 №11
23. Кахаров З.В., Исломов А.С. Бетоны с заполнителями из продуктов дробления вторичного бетона // Вестник науки. – 2023. – Т. 3. – №. 5 (62).
24. Кахаров З.В., Исломов А.С. Применение микрокремнезема на бетонных производствах // Вестник науки. – 2023. – Т. 1. – №. 4 (61). – С. 371-377.
25. Кахаров З.В. и др. Виды свай и способы их погружения в грунт // Scienceweb academic papers collection. – 2023.
26. Кахаров З.В. и др. Технология устройства набивных свай // Scienceweb academic papers collection. – 2022.
27. Кахаров З.В. и др. Эффективность несъемной опалубки в строительстве // Актуальные научные исследования в современном мире. – 2021. №. 4-9.

28. Улугмуротов Н.Р., Кахаров З.В. Основные требования к земляному полотну железных дорог // International scientific conference " Innovative trends in science, practice and education". – 2023. – Т. 2. – №. 4. – С. 24-29.
29. Н.Я. Хархута, М.И. Капустин, В.П. Семенов, И.М. Эвентов. «Теория, конструкция и расчет». Учебник для вузов. - Л.: «Машиностроение» 1976.
30. М.И. Смородинов, Б.С. Федоров, Е.В. и др.: «Справочник по общестроительным работам. Основания и фундаменты». М: 1974.

## УСТАНОВОЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ - ДЕТАЛИ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИЕ БАЗИРОВАНИЕ ЗАГОТОВКИ

*Кузьмина Елизавета Михайловна*

*магистрант,*

*Калужский филиал Московского*

*Государственного Технического*

*Университета имени Н.Э. Баумана,*

*РФ, г. Калуга*

Для обеспечения необходимой точности изготовления деталей, важным этапом является выбор способа установки заготовки в приспособление при её обработке. Основные установочные элементы, будучи размещенными в приспособлении соответствующим образом при базировании заготовки, представляют собой одну или несколько опорных точек. Вследствие с этим к ним предъявляются следующие требования:

1. Для обеспечения необходимого базирования заготовки, её устойчивости и жесткости закрепления должно быть четко определено число и расположение установочных элементов.

2. Для уменьшения влияния погрешности изготовления технологической базы и её макронеровностей на величину погрешности базирования заготовки необходимо выбирать установочные элементы, рабочие поверхности которых имеют небольшие размеры.

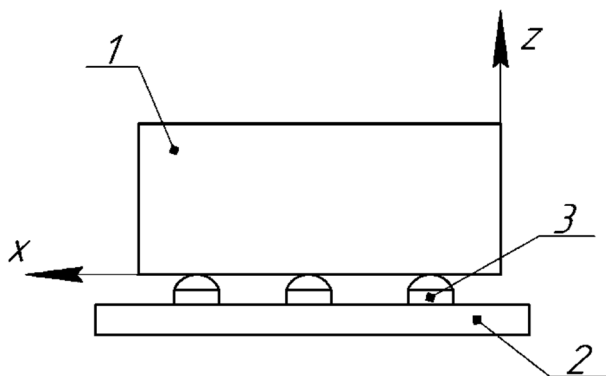
3. Для того, чтобы уменьшить влияние собственных деформаций установочных элементов и других контактных деформаций в сопряжении с корпусом приспособления, требуется обеспечить жесткость самих установочных элементов и их соединения с корпусом приспособления.

4. Конструкция должна предусматривать быструю замену установочных элементов при износе или их повреждении.

5. Чтобы уменьшить влияние износа установочных элементов приспособления на погрешность установки, рабочие поверхности должны обладать высокой износостойкостью.

Выбор установочных элементов осуществляется в зависимости от габаритов, массы заготовки и качества поверхностей. Каждая из опор может лишать заготовку 1-й, 2-х или 3-х степеней свободы [4].

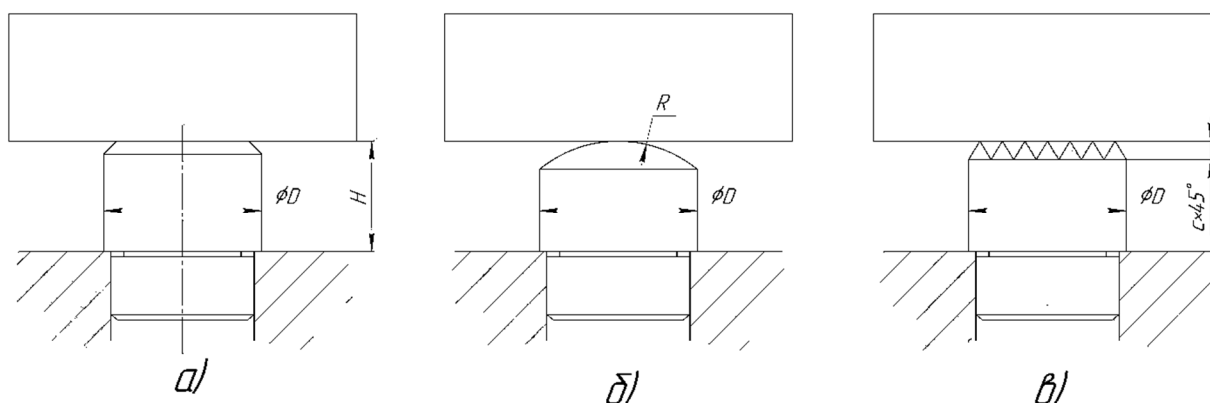
При помощи различных сочетаний основных установочных элементов приспособления базирование заготовки по плоскости осуществляется благодаря расположению этих элементов в трёх опорных точках, расположенных в одной заданной плоскости, но не на одной прямой. Тем самым заготовка лишается 3 степеней свободы – перемещения вдоль одной координатной оси ( $z$ ) и поворотов вокруг двух других осей ( $x$  и  $y$ ) (рис.1).



**Рисунок 1. Схема базирования заготовки в приспособлении: 1 – заготовка; 2 – приспособление; 3 – опоры**

Одним из видов установочных элементов приспособлений являются постоянные и регулируемые опоры. Они бывают нескольких типов: с плоской головкой; со сферической головкой и с насеченной головкой.

Выбор типа и размеров опор зависит от размеров и состояния базовых поверхностей заготовки. Опоры с плоской головкой (рис.2-а), регламентируемые ГОСТ 13440-68 [1], используются для базирования заготовки, у которой установочной базой является плоская уже обработанная (чистовая) поверхность. При базировании заготовок, где установочная база - необработанная (черновая) плоскость, применяют опоры со сферической или насеченной головкой (рис.2-б, в) по ГОСТ 13441-68 [2], ГОСТ 13442-68 [3].



**Рисунок 2. Разновидность установочных опор приспособления**

Сферическая поверхность головки опоры соприкасается с поверхностью заготовки точно, следовательно, уменьшает вероятность перекоса при контакте двух поверхностей. Опора с рифленой головкой применяется при высоконагруженных операциях и в свою очередь позволяет увеличить коэффициент трения с базовой поверхностью.

Для последующего анализа влияния опор приспособления на погрешность установки заготовки в исследовании будут использоваться опоры со сферической головкой.

### **Список литературы:**

1. ГОСТ 13440-68. Опоры постоянные с плоской головкой для станочных приспособлений. Конструкция и размеры. М.: Стандартиформ, 1968 г.
2. ГОСТ 13441-68. Опоры постоянные со сферической головкой для станочных приспособлений. Конструкция и размеры. М.: Стандартиформ, 1968 г.
3. ГОСТ 13442-68. Опоры постоянные с насеченной головкой для станочных приспособлений. Конструкция и размеры. М.: Стандартиформ, 1968 г.
4. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений М.: Машиностроение, 1983. – С. 11–25.

# РЕКОНСТРУКЦИЯ ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ ПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА ЧЕЛОВЕКА НА ОСНОВЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ СВЕРТОЧНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ АРХИТЕКТУРЫ U-NET, РЕАЛИЗОВАННОЙ НА ФРЕЙМВОРКАХ KERAS И PYTORCH

*Куцый Даниил Александрович*

*студент,*

*Гомельский государственный технический*

*университет имени П.О. Сухого,*

*Республика Беларусь, г. Гомель*

Томографические методы визуализации, такие как компьютерная томография, предоставляют ценные данные для диагностики заболеваний и исследования внутренних структур человеческого тела, а обработка и реконструкция этих данных в виде трехмерных моделей анатомических объектов открывает дополнительные возможности для всестороннего анализа и изучения, дополняя традиционные методы медицинской визуализации.

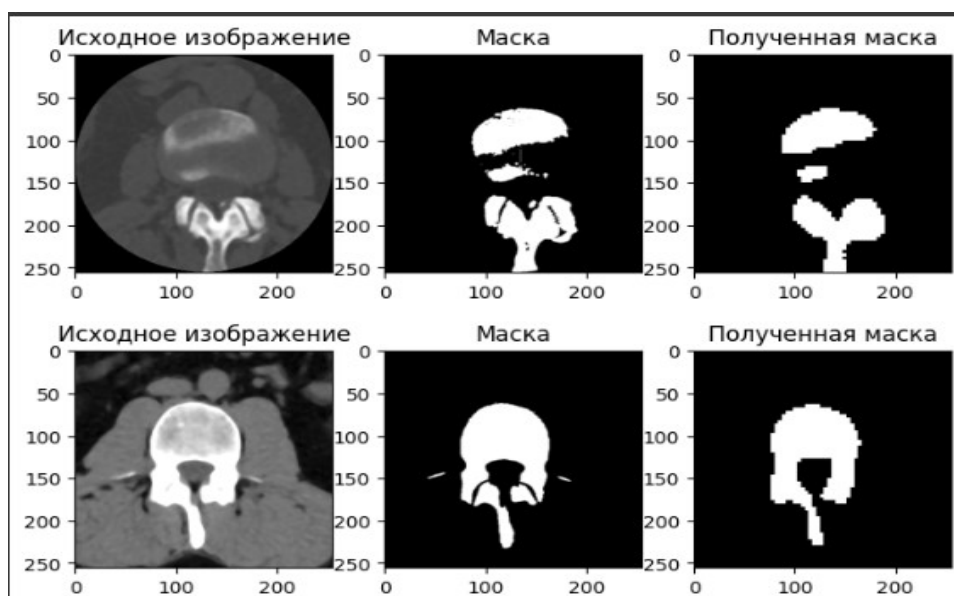
Разработка систем реконструкции трехмерных моделей позвоночника на основе данных компьютерной томографии имеет следующую актуальность:

- повышение точности визуализации и анализа состояния позвоночника, что улучшает качество диагностики и лечения заболеваний позвоночника;
- использование прецизионных трехмерных моделей позвоночника повышает качество хирургического планирования операций на позвоночнике, позволяя врачам лучше визуализировать анатомию и спланировать вмешательство;
- применение прецизионных моделей позвоночника в ортопедическом протезировании обеспечивает более точную подгонку и изготовление имплантатов и протезов для пациентов;
- наличие таких систем представляет научно-исследовательский интерес для изучения биомеханики позвоночника, моделирования его движений и напряжений, что важно для понимания функционирования позвоночного столба.

В частности, разработка соответствующей системы реконструкции трехмерной модели позвоночника человека включает следующие этапы (шаги):

1. поиск и подготовка исходных данных: получение данных по запросу в частный медицинский центр или государственное учреждение здравоохранения, поиск данных в глобальной сети Интернет, ручная разметка (определение контуров позвонков) с помощью существующих приложения или ресурсов (использовалось приложение Slicer3D), создание тренировочной и тестовой выборки;
2. предобработка данных, очистка КТ-снимков человека от артефактов: применение характеристик ширины/длины окна в HU-единицах, а также итерационных алгоритмов (фильтров) очистки (используется медианный фильтр);
3. определение архитектуры Unet [1], подбор параметров, обучение нейронной сети с использованием фреймворков Keras [2], PyTorch [3] и средств языка программирования Python: `features_number – 32`, `learning_rate – 0.001`, `batch_size – 64`, метод оптимизации – Adam, функция loss – бинарная кросс-энтропия (binary cross entropy), метод расчета accuracy – Intersection over Union (IoU), `epochs – 50`;
4. проверка работоспособности нейронных сетей на тестовой выборке;
5. построение сетки на основе полученных контуров позвонков человека с использованием алгоритма марширующих кубов [4];
6. экспорт сетки в формат STL (standard tessellation language).

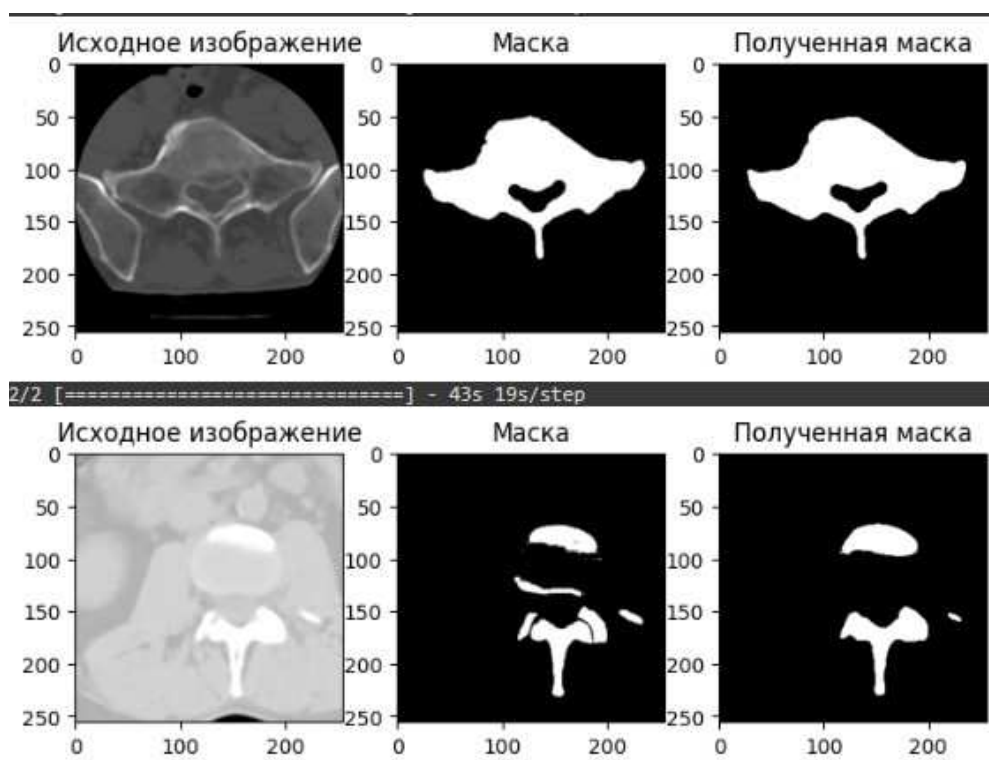
На рисунке 1 представлен результат сегментации с помощью нейронной сети, реализованной на фреймворке PyTorch.



**Рисунок 1. Результат сегментации с помощью нейронной сети на PyTorch**

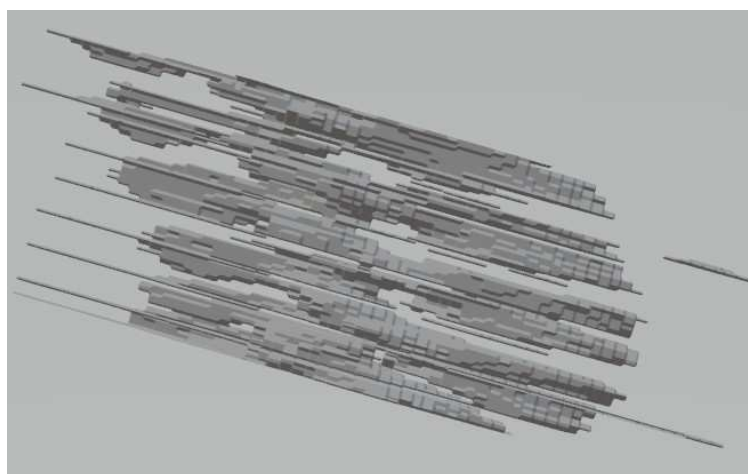


На рисунке 2 представлен результат сегментации с помощью нейронной сети, реализованной на фреймворке Keras.



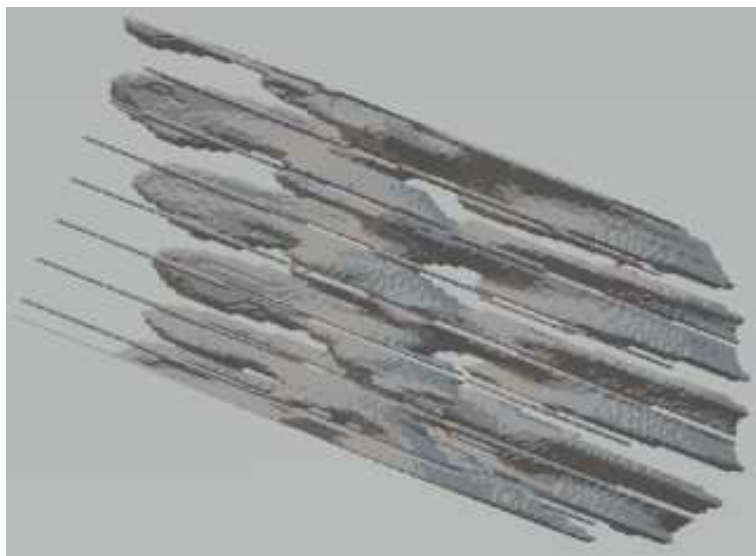
*Рисунок 2. Результат сегментации с помощью нейронной сети на Keras*

На рисунке 3 представлен результат построения STL-модели поясничного отдела позвоночника человека по тестовым данным при использовании нейронной сети, реализованной при помощи фреймворка PyTorch.



*Рисунок 3. STL-модель позвоночника при использовании фреймворка PyTorch*

На рисунке 4 представлен результат построения STL-модели поясничного отдела позвоночника человека по тестовым данным при использовании нейронной сети, реализованной при помощи фреймворка Keras.



***Рисунок 4. STL-модель позвоночника при использовании фреймворка Keras***

Таким образом, результатами выполненной работы являются STL-модели поясничного отдела позвоночника человека, которые возможно открыть в любом инженерном пакете САПР (CAD) или пакете моделирования (CAE).

#### **Список литературы:**

1. Архитектура U-Net [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://theaisummer.com/unet-architectures> (дата обращения: 12.02.2024).
2. Документация Keras [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://keras.io/api> (дата обращения: 14.02.2024).
3. Документация PyTorch [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pytorch.org/docs/stable/index.html> (дата обращения: 15.02.2024).
4. Курочка, К.С. Адаптированные алгоритмы Dual Contouring и Marching Cubes для 3D-реконструкции поясничного отдела позвоночника человека / К.С. Курочка, Т.С. Семенченя // Доклады БГУИР. 2023. Т. 21, № 6. С. 99-105.

## **РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА КЛИНИНГА БОРТОВЫХ ЧАСТЕЙ МОРСКИХ И РЕЧНЫХ СУДОВ НИЖЕ ВАТЕРЛИНИИ**

*Манаева Анастасия Александровна*

*студент,*

*Сибирский государственный университет,*

*РФ, г. Красноярск*

Сопротивление трения корпуса судна при движении по воде может составлять от 45% до 90% от общего сопротивления, испытываемого судном [2], и может увеличиваться на 6-80% за счет обрастания корпуса водорослями, морской травой, ракушками и другими биологическими загрязнениями. Добавленное сопротивление на 30% из-за умеренного био-обрастания корпуса танкера может увеличить расход топлива судна до двенадцати тонн в сутки. Результатом являются дополнительные затраты на эксплуатацию судна, а также увеличение выбросов. Соответственно, существует множество методов, используемых для снижения вероятности биообрастания и/или избавления корпусов судов от биообрастания посредством очистки.

Например, специальные краски и покрытия для корпуса используются, чтобы снизить вероятность биологического обрастания, но такая обработка не всегда работает надежно и может требовать частого применения. Такие методы могут быть связаны со значительными затратами времени, поскольку судно часто приходится стоять в сухом доке в течение длительного периода времени, пока наносится краска и/или покрытие. [3]

Обычно, когда судно находится у причала и/или в нормальных условиях разгрузки, корпус периодически очищается вручную с помощью пескоструйных аппаратов или с использованием моторизованных щеток. Однако стоимость такой процедуры очистки также высока, поскольку очистка такого типа может потребоваться часто. В некоторых случаях ручная очистка корпуса проводится каждые десять-двадцать месяцев, а в других случаях при необходимости и раньше. [1]

К сожалению, у ручных методов очистки есть существенные недостатки. Например, поскольку процедура выполняется, когда судно находится у причала,

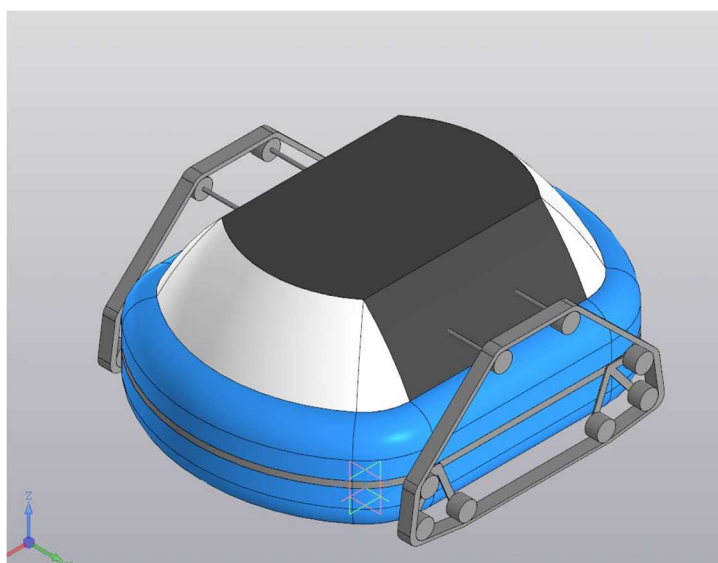
остатки чистящих средств и мусор (например, стружки краски и т. д.) сбрасываются на мелководье, окружающем доки. По этой причине во многих юрисдикциях эта практика объявлена незаконной, особенно из-за токсичности противобрастающей краски, загрязняющей воду.

Также оба приведенных метода очистки судов связаны с непосредственным использованием человеческого труда для этой работы, что сопряжено с влиянием человеческого фактора при работе.

Например, незнание о потенциальных опасностях, неосторожность при работе связанных с очисткой судна, может привести к принятию рискованных решений, которые могут поставить под угрозу безопасность работника или поломке очищающего оборудования.

В настоящее время активно разрабатываются новые автоматизированные системы/решения, устраняющие недостатки описанных ранее методов очистки судов.

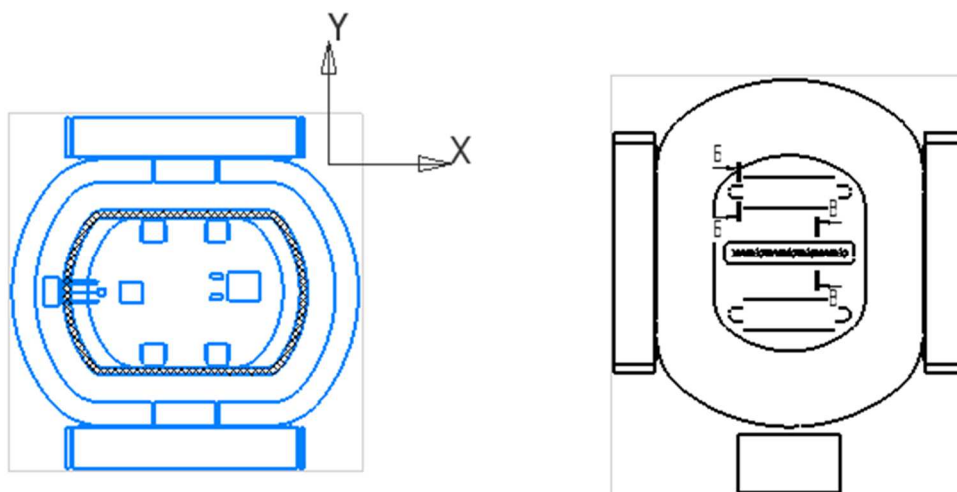
Одним из таких решений может быть беспилотный плавательный аппарат автоматизирующий процесс чистки судов разрабатываемый студентами Сибирского государственного университета науки и технологий. Данное решение относится к области подводной робототехники, в частности к необитаемым подводным аппаратам морского или речного назначения.



*Рисунок 1. 3D модель разрабатываемого аппарата*

Аппарат состоит из корпуса в виде овала вращения, вакуумной подушки состоящей из винила или технической резины, создающей пространство для вакуумного крепления, очищающих щеток, ультразвукового модуля чистки и гусениц, обеспечивающий передвижение аппарата по очищаемой поверхности. Прилипание дрона к очищаемой поверхности производится с помощью вакуумной системы состоящей из насоса и вакуумной подушки. Для более наглядного представления 3D модель аппарата представлена на рисунке 1.

Щетки для чистки касаются очищаемой поверхности и крутящим движением вокруг своей оси соскабливают крупнодисперсные частицы грязи. Ультразвуковой модуль обеспечивает удаление мелкодисперсных загрязнений. В сумме использование этих двух методов в аппарате дает уровень очистки сопоставимый с ручным и при этом полностью автоматизированный.



**Рисунок 2. Вид аппарата сверху и снизу**

Данное решение может как частично так и практически полностью автоматизировать процесс очистки бортовой части судов за счет того что аппарат обладает возможностью работы в автономном режиме ориентируясь и строя свой маршрут основываясь на показаниях датчиков (таких как датчики касания, датчики света) и телеметрии с камер установленных на аппарате.

Работа выполнена при финансовой поддержке Гранта межрегионального конкурса юных техников-изобретателей Енисейской Сибири (Разработка беспилотного плавательного аппарата для очистки судов ниже ватерлинии)

### **Список литературы:**

1. Средства очистки кораблей // Сайт. - URL: <https://ems-rus.com/articles/sredstva-dlya-ochistki-korablej/?ysclid=lv03cx0sh42779700#1>(дата обращения 4.04.2024).
2. Сайт. - URL: Глава 10 Сопротивление воды движению судна (studfile.net) Глава 10 Сопротивление воды движению судна (дата обращения 4.04.2024).
3. Отличительная особенность судовых красок // Сайт. - URL: <https://www.delo-kraski.ru/marine-paints-feature/?ysclid=lv14ui4ut448224408>(дата обращения 4.04.2024).

## АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР СИСТЕМЫ НЕПРЕРЫВНОЙ ИНТЕГРАЦИИ CI/CD

**Наумкина Софья Олеговна**

*студент,*

*МИРЭА - Российский технологический университет,  
РФ, г. Москва*

**Флоринская Мария Константиновна**

*студент,*

*МИРЭА - Российский технологический университет,  
РФ, г. Москва*

**Петрова Анна Александровна**

*научный руководитель, преподаватель,*

*МИРЭА - Российский технологический университет,  
РФ, г. Москва*

Методология CI/CD (Continuous Integration/Continuous Deployment) является важным инструментом разработки программного обеспечения, который автоматизирует процессы сборки, тестирования и развертывания приложений. Она помогает повысить эффективность и качество проектов. В данной статье будут рассмотрены главные принципы CI/CD и популярные системы непрерывной интеграции, а также будет проведен сравнительный анализ их функциональности.

CI/CD ускоряет цикл разработки, позволяя быстро и безопасно вносить изменения в код и развертывать его. Это улучшает реакцию на изменения рынка и требования клиентов, сокращает время от идеи до выпуска и способствует обнаружению и устранению ошибок на ранних этапах разработки.

Автоматизированное тестирование и интеграция кода на регулярной основе помогают выявлять и устранять конфликты и ошибки в коде, а также предотвращать попадание проблем в продукцию. Кроме того, использование инструментов CI/CD способствует улучшению коммуникации и сотрудничества в команде разработчиков, тестировщиков и операционных специалистов, обеспечивая доступ к актуальной версии кода и результатам тестирования. Автоматизированное тестирование позволяет проводить тесты быстро и эффективно, автоматически проверяя функциональность и производительность кода. Интеграция кода на

регулярной основе позволяет обнаруживать и исправлять конфликты в коде, которые могут возникать при одновременной работе нескольких разработчиков над одним проектом.

Мониторинг производительности и тестирование в начале разработки помогают выявлять и устранять проблемы с производительностью, что позволяет принимать меры по их исправлению и повышению качества разрабатываемых продуктов. Это важный этап в разработке, который позволяет обнаружить и устранить проблемы с производительностью еще до того, как они станут критическими. Мониторинг производительности позволяет отслеживать работу приложения в реальном времени и выявлять узкие места, где производительность может быть улучшена.

В современном программном обеспечении непрерывная интеграция (CI) и непрерывное развертывание (CD) являются неотъемлемыми практиками. Среди многочисленных систем CI/CD Jenkins и GitLab CI/CD выделяются как два наиболее популярных выбора.

Jenkins – это система CI/CD с открытым исходным кодом, известная своей высокой настраиваемостью и обширным сообществом. Его гибкость позволяет адаптировать его к уникальным потребностям каждой команды разработки. Множество плагинов расширяет функциональность Jenkins, охватывая широкий спектр задач CI/CD. Jenkins предоставляет возможность автоматизировать процессы развертывания и тестирования приложений. Он интегрируется с репозиториями кода и выполняет заданные шаги автоматически при каждом изменении кода. Это позволяет обнаруживать и исправлять ошибки, а также проверять производительность приложения на ранних стадиях разработки. Благодаря своей гибкости и настраиваемости, Jenkins может быть адаптирован к уникальным потребностям каждой команды разработки. Кроме того, Jenkins имеет обширное сообщество пользователей и разработчиков, которое активно создает и поддерживает плагины для расширения функциональности системы. Эти плагины позволяют решать различные задачи CI/CD и удовлетворять потребности команды разработки.



GitLab CI/CD, встроенный в платформу GitLab, обеспечивает полный цикл разработки в одном месте. Он тесно интегрируется с другими инструментами GitLab, такими как система контроля версий и отслеживание ошибок, что обеспечивает беспроблемный рабочий процесс. Эта интеграция устраняет необходимость переключения между различными инструментами, повышая эффективность.

Хотя оба инструмента автоматизируют процессы CI/CD, GitLab CI/CD предлагает более комплексное решение. Он не только охватывает основные функции CI/CD, но и включает в себя инструменты управления кодом, контроля версий и отслеживания ошибок. Это делает GitLab CI/CD идеальным выбором для команд, стремящихся к единому решению для всей разработки программного обеспечения. Jenkins доступен как для облачного размещения, так и для самостоятельного развертывания на выделенном сервере. GitLab CI/CD, с другой стороны, предлагает более гибкие варианты развертывания. Он поддерживает облачное размещение, самостоятельное развертывание и локальное развертывание, предоставляя командам возможность выбора решения, наилучшим образом соответствующего их требованиям.

Оба инструмента интегрируются с различными сторонними инструментами разработки. Jenkins выделяется большим сообществом плагинов, что делает его идеальным выбором для команд с уникальными требованиями к интеграции. GitLab CI/CD, благодаря своей интеграции с платформой GitLab, предлагает тесную интеграцию с популярными инструментами, такими как Jira, Slack и Kubernetes. Как Jenkins, так и GitLab CI/CD являются мощными системами CI/CD. Jenkins предлагает гибкость и конфигурируемость, в то время как GitLab CI/CD обеспечивает более комплексное решение, интегрированное с другими инструментами GitLab. При выборе между ними команды должны учитывать свои уникальные требования к автоматизации CI/CD, интеграции и развертыванию.

Выбор системы CI/CD зависит от индивидуальных требований и предпочтений. GitLab CI/CD предлагает комплексное решение, включающее управление кодом, контроль версий и отслеживание ошибок, что делает его идеальным для

команд, которым требуется единая платформа для всего процесса разработки. Jenkins лучше подходит для команд, которым требуется гибкое решение, адаптированное к их уникальным потребностям.

Таким образом, использование инструментов CI/CD является важным для повышения эффективности проектов и решения проблем с производительностью. Они позволяют автоматизировать процессы развертывания и тестирования, сокращать время разработки, обеспечивать непрерывную интеграцию, повышать качество и надежность приложений, улучшать коммуникацию и сотрудничество в команде, а также преодолевать проблемы, связанные с производительностью.

### **Список литературы:**

1. Arachchi S., Perera I. Continuous integration and continuous delivery pipeline automation for agile software project management // 2018 Moratuwa Engineering Research Conference (MERCon). 2018. С. 156-161.
2. Что такое CI/CD? Разбираемся с непрерывной интеграцией и непрерывной поставкой [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/companies/otus/articles/515078/> (дата обращения: 06.05.24).
3. About GitLab [Электронный ресурс] URL: <https://about.gitlab.com/> (дата обращения: 06.05.2024).
4. Berguerand M. Gitlab Intégration Continue avec «On Target Testing». Haute Ecole d'Ingénierie, 2019.

## ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В СФЕРЕ БИЗНЕСА

***Останин Василий Олегович***

*студент,*

*МИРЭА - Российский технологический университет,*

*РФ, г. Москва*

***Мельников Денис Александрович***

*научный руководитель, ассистент,*

*МИРЭА - Российский технологический университет,*

*РФ, г. Москва*

**Аннотация.** В статье рассматривается роль и значение искусственного интеллекта (ИИ) в сфере бизнеса, а также его преимущества и области применения. Анализируются главные тенденции развития ИИ в бизнесе, а именно, использование машинного обучения и глубокого обучения, а также концепция "умного бизнеса". Рассматриваются риски, связанные с внедрением ИИ в бизнес-процессы, такие как риск потери рабочих мест, риск нарушения конфиденциальности и риск неправильного принятия решений. Делается вывод о том, что несмотря на существующие риски, перспективы использования ИИ в бизнесе весьма обнадеживающие, и в ближайшем будущем мы можем ожидать появления новых применений и возможностей для бизнеса.

**Ключевые слова:** искусственный интеллект, машинное обучение, глубокое обучение, автоматизация, оптимизация, риски, защита данных.

В современном мире технологии развиваются стремительными темпами, всё больше влияя на различные сферы жизни деятельности человека. Одной из самых перспективных и быстро развивающихся областей является искусственный интеллект (ИИ). На данный момент ИИ успешно применяется в медицине, образовании, транспорте и многих других сферах, включая бизнес. Внедрение ИИ в бизнес-процессы становится всё более актуальной задачей для компаний различного масштаба и профиля. Использование ИИ в бизнесе позволяет решать сложные задачи, улучшать эффективность, сокращать издержки и оптимизировать

расходы. Кроме того, ИИ повышает качество продуктов и услуг, а также помогает компаниям принимать более обоснованные и эффективные решения [1, с. 5].

В данной статье мы проанализируем роль и значение ИИ в сфере бизнеса, выявим его преимущества, изучим области применения, а также рассмотрим риски, связанные с внедрением ИИ в бизнес-процессы. Актуальность исследования обусловлена стремительным развитием технологий ИИ и необходимостью их эффективного использования в бизнесе для достижения конкурентных преимуществ и устойчивого развития компаний.

Сегодня ИИ в бизнесе активно используется для автоматизации рутинных операций, анализа больших объёмов данных, прогнозирования трендов и поведения потребителей, персонализации услуг и многих других целей. Всё больше компаний осознаёт важность внедрения ИИ в свои бизнес-процессы и инвестирует в развитие этой технологии.

На данный момент одной из ключевых тенденций развития ИИ в бизнесе является использование машинного обучения (*Machine Learning, ML*) и глубокого обучения (*Deep Learning, DL*). Эти технологии позволяют создавать так называемые "умные" алгоритмы, способные самостоятельно обучаться на основе уже имеющихся данных и улучшать свою производительность. *ML* и *DL* являются подходами к созданию ИИ, которые позволяют алгоритмам самостоятельно учиться на данных [3, 4, с. 5].

Искусственный интеллект, основанный на машинном и глубоком обучении, позволяет автоматизировать обычные операции и задачи, что позволяет сократить время на их выполнение и уменьшить количество ошибок. Кроме того, ИИ может помочь компании оптимизировать свою работу, выявляя скрытые закономерности и тренды в обрабатываемых данных, а также прогнозируя будущие события. Это позволяет компании быстрее реагировать на изменения на рынке и принимать более эффективные решения. Также использование ИИ может помочь компании сократить издержки за счёт автоматизации рутинных операций и задач и оптимизации расходов. Например, ИИ может помочь компании оптимизировать логистику, выбирая наиболее эффективные маршруты доставки товаров, или

оптимизировать закупки, выбирая наиболее выгодные предложения от поставщиков [1, 3, 4, с. 5].

Следующей важной тенденцией является развитие концепции "умного бизнеса" (*Smart Business*), предполагающей интеграцию ИИ во все бизнес-процессы компании, от маркетинга и продаж до логистики и управления персоналом. "Умный бизнес" способен адаптироваться к изменяющимся условиям рынка и нуждам потребителей, оптимизировать траты и повысить эффективность. Благодаря "умному бизнесу" компании могут персонализировать свои услуги, выявляя предпочтения и потребности клиентов. Например, ИИ может анализировать историю покупок клиента и предлагать ему товары и услуги, соответствующие его интересам. Также ИИ может помочь компании усовершенствовать взаимодействие с клиентами, предоставляя им более качественную поддержку, благодаря автоматизации обработки клиентских запросов, автоматически отвечая на часто задаваемые вопросы, и перенаправлении более сложных запросов на соответствующих специалистов [2, с. 5].

Таким образом, к основным тенденциям развития ИИ в бизнесе и его преимуществам можно отнести автоматизацию рутинных операций, оптимизацию расходов, персонализацию услуг и улучшение взаимодействия с клиентами. Однако, как и любая новая технология, ИИ не является безопасным инструментом и связан с рядом рисков.

Одним из основных рисков является риск потери рабочих мест. Автоматизация рутинных операций и задач может привести к сокращению штата сотрудников, выполняющих эти операции. Это, в свою очередь, может привести к росту безработицы и социальной напряженности. Для минимизации этого риска необходимо тщательно продумывать стратегию внедрения ИИ в бизнес-процессы, включая переподготовку и переобучение сотрудников для выполнения новых задач, а также разработку мер по социальной поддержке сотрудников, потерявших работу в результате автоматизации.

Другим немаловажным риском является риск нарушения конфиденциальности. Использование ИИ для обработки персональных данных клиентов может

привести к утечке этих данных и нарушению конфиденциальности, что может повлечь за собой потерю доверия клиентов и репутационные риски для компании. Для минимизации этого риска необходимо обеспечить надлежащий уровень защиты данных, включая использование современных методов шифрования и защиты от хакерских атак.

Ещё одним риском является риск неправильного принятия решений. ИИ может принимать решения на основе неполных или неточных данных, что может привести к негативным последствиям для бизнеса. Для минимизации этого риска необходимо тщательно продумывать стратегию внедрения ИИ в бизнес-процессы, включая оценку рисков, разработку мер по их минимизации и мониторинг эффективности этих мер [1, 2, с. 5].

Таким образом, для успешного внедрения ИИ в бизнес-процессы необходимо тщательно продумывать стратегию, включая оценку рисков, разработку мер по их минимизации и мониторинг эффективности этих мер, а также обеспечить надлежащий уровень защиты данных.

Несмотря на существующие риски, перспективы использования ИИ в бизнесе весьма обнадеживающие. Развитие технологий ИИ продолжает активно расти, и в ближайшее время мы можем ожидать появление новых применений и возможностей для оптимизации бизнеса.

Одной из наиболее перспективных областей применения ИИ в бизнесе является маркетинг и реклама. Благодаря анализу больших объёмов данных и прогнозированию поведения потребителей, ИИ может помочь компаниям разрабатывать более эффективные маркетинговые стратегии и целевые рекламные кампании.

Ещё одной перспективной областью является использование ИИ в области финансов и бухгалтерского учёта, где ИИ может помочь компаниям оптимизировать финансовые операции, выявляя скрытые риски и прогнозируя будущие финансовые показатели.

Кроме того, ИИ может быть использован для улучшения систем управления цепочками поставок. Благодаря анализу данных о поставках и спросе, ИИ может

помочь компаниям оптимизировать логистические процессы и уменьшить издержки на транспортировку и хранение товаров.

В заключение можно отметить, что ИИ является одной из самых перспективных и быстро развивающихся областей в современном мире, которая всё больше влияет на различные сферы жизни деятельности человека. Внедрение ИИ в бизнес-процессы становится всё более актуальной задачей для компаний различного масштаба и профиля, так как оно позволяет решать сложные задачи, улучшать эффективность, сокращать издержки и оптимизировать расходы.

### **Список литературы:**

1. Применение искусственного интеллекта в бизнес-сфере: современное состояние и перспективы [Электронный ресурс]. – Режим доступа. -URL: <https://1economic.ru/lib/112249>.
2. Искусственный интеллект в маркетинге [Электронный ресурс]. – Режим доступа. -URL: <https://vc.ru/u/1501930-dailygrow/659041-iskusstvennyu-intellekt-v-marketinge>.
3. Машинное обучение и маркетинг [Электронный ресурс]. – Режим доступа. -URL: <https://altcraft.com/ru/blog/machinelearning>.
4. Deep Learning: что это, как работает и где применяется [Электронный ресурс]. – Режим доступа. -URL: <https://getcompass.ru/blog/posts/deep-learning>.

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ МОНИТОРИНГА ЗА ЛЕСНЫМИ ПОЖАРАМИ

**Рокина Ирина Константиновна**

*магистрант,*

*Поволжский Государственный технологически университет,  
РФ, г. Йошкар-Ола*

**Рябова Наталья Владимировна**

*научный руководитель,*

*д-р физ. - мат. наук. профессор,*

*Поволжский Государственный технологически университет,  
РФ, г. Йошкар-Ола*

В предлагаемом обзоре на основе отечественной и зарубежной литературы анализируются возможности систем спутникового обнаружения и мониторинга лесных пожаров, методы мониторинга, рассматриваются геоинформационные компоненты систем космомониторинга лесных пожаров, алгоритмы обработки изображений с целью обнаружения и контроля пожаров.

Пожары являются неотъемлемым процессом в системе Земли, который влияет на структуру экосистемы, состав атмосферы [1], которые ежегодно наносят огромный ущерб лесному хозяйству. Потепление климата, управление земельными ресурсами и демографические тенденции изменили роль пожаров в последние десятилетия [2], что привело к новым экстремальным проявлениям в поведении пожаров, которые создали беспрецедентные экологические, социальные и климатические последствия [3,4]. Такая ситуация сложилась из-за отсутствия надежных прогнозов условий возникновения, средств оперативного контроля и разведки пожаров, а также соответствующих систем автоматизированной обработки оперативной информации для выработки стратегии и тактики борьбы с огненной стихией.

Существует несколько методов мониторинга за лесными возгораниями, такие как:

визуальные, авиационные и космические, осуществляемые, например, благодаря использованию аэрофотосъемки, или, с развитием космических технологий – спутниковый мониторинг, где специализированные спутники, находящиеся на



негеостационарных орбитах, производят снимки земной поверхности в инфракрасном диапазоне при помощи так называемых радиометров с последующей передачей их на наземную станцию для детального анализа. На основе разности температуры поверхности земли и температуры очага возгорания возможно определить его приблизительное местоположение.

Среди методов контроля состояния лесов на сегодняшний день ведущая роль по оперативному обнаружению лесных пожаров принадлежит результатам, полученным в результате дистанционного зондирования Земли.

Системы спутникового мониторинга позволяют:

значительно увеличить площадь исследуемой территории;

предоставлять возможность контролировать процессы в режиме реального времени, так как каждый спутник имеет свой период обращения, то это позволяет планировать съемку необходимого участка в соответствии с местоположением спутника, оперативно реагировать на начинающиеся пожары.

В настоящее время в основном используются следующие спутниковые данные:

- данные, получаемые приборами AVHRR, установленными на спутниках серии NOAA [5]. Эти данные используются для детектирования подозрений на пожары и построения различных изображений облачности;

- данные, получаемые приборами MODIS [6], установленными на спутниках TERRA и AQUA. Эти данные используются при определении оперативной оценке площадей, пройденных огнем.

- данные, получаемые приборами SPOT-VGT [7]. Эти данные используются для оценки площадей, пройденных огнем и последствий действия лесных пожаров.

- данные, получаемые приборами МСУ-Э [8] и LANSAT ETM+ [9] в основном используются для выборочного контроля площадей, пройденных огнем, и верификации оценок, полученных на основе данных SPOT-Vegetation. В ряде случаев они также используются для уточнения картографических основ.

Среди преимуществ дистанционного спутникового мониторинга по сравнению с другими методами выделяют следующие:

- возможность контроля любых участков местности, включая труднодоступные и недоступные для человека;
- высокая степень автоматизации процесса получения и обработки данных;
- оперативности получения информации (обработка данных, полученных со спутников, и их выдача заказчику осуществляется на протяжении часа);
- доступности данных (космические снимки находятся в свободном доступе).

Космический мониторинг способен выполнять следующие задачи:

- задачи, связанные с наблюдением за состоянием всей географической оболочки в целом (глобальный мониторинг);
- задачи, связанные с конкретными природно-хозяйственными системами в конкретной области, стране. Здесь также комплексно изучаются изменение состава атмосферы, температура и влажность воздуха, наличие озоновых дыр и др. Наблюдаются отдельные лесные массивы, их состояние (зараженность, пожары, вырубки), изучаются бассейны рек, отдельных озер, миграция отдельных видов животных и др. (природно-хозяйственный мониторинг);
- задачи, связанные с конкретным контролем отдельных природных объектов. Наблюдению подлежат отдельные реки, озера, связанные с обеспечением питьевой водой; фиксация выбросов промышленности, слежение за чистотой воздуха над городами (санитарно-гигиенический мониторинг).

Хорошо известно, что для получения достойного результата в любой деятельности необходимо наличие и своевременное получение объективной информации, необходимой для ее планирования и выполнения. Неслучайно в последнее время отмечается рост разработок и внедрение различных информационных систем. Особенно важны такие системы, где требуется оперативность получения информации о быстро меняющихся процессах, происходящих на достаточно больших территориях. Именно такая ситуация возникает при организации мониторинга лесных возгораний. Поэтому для информационного

обеспечения этих работ была создана в 2003 году система под названием ИСДМ Рослесхоз [10].

Эта система хорошо себя зарекомендовала и способна обеспечить:

- сбор данных о регистрации пожаров на всей территории, о состоянии окружающей среды, необходимых для организации работ по обнаружению и тушению лесных пожаров;

- автоматизированную, оперативную обработку данных;
- оперативное представление данных;
- организацию оперативного и долговременного хранения данных [11].

В заключении хотелось отметить, что с учетом сравнительного анализа методов мониторинга – спутниковый один из наиболее перспективных видов передачи информации для раннего обнаружения и предупреждения чрезвычайной ситуации природного характера. Информационная система хорошо себя зарекомендовала, работает достаточно устойчиво и не требует специального персонала контроля и обслуживания. Проведенные в 2013 году доработки системы позволили использовать новые функциональные возможности.

### **Список литературы:**

1. Bowman, D.M. J.S. et al. Fire in the earth system. *Science*. 324, 481–484 (2009).
2. Walker, X.J. et al. Increasing wildfires threaten historic carbon sink of boreal forest soils. *Nature*. 572, 520–523 (2019).
3. Kirchmeier-Young, M.C., Gillett, N.P., Zwiers, F.W., Cannon, A.J. & Anslow, F.S. Attribution of the influence of human-induced climate change on an extreme fire season. *Earth's Future*. 7, 2–10 (2019).
4. Yoon, J.H. et al. Extreme fire season in California: A glimpse into the future? *Bulletin of the American Meteorological Society*. 96 S5–S9 (2015).
5. Kidwell, K.B., NOAA polar data user's guide: NOAA NESDIS, NCDC. 1988. 148 p.
6. Barnes, W.L., Pagano, T.S., & Salomonson, V.V. Prelaunch characteristics of the Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) on EOS-AM1. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 1998, 36(4), 1088-1100.
7. The VEGETATION User Guide, VEGETATION, 2002, <http://www.spotimage.fr/data/images/vege>
8. Космическая метеорологическая система METEOP - 3М // <http://sputnik.infospace.ru/>

9. LANDSAT 7 // <http://landsat.gsfc.nasa.gov/>
10. Геоинформационные системы. Обзорная информация. – М.: ЦНИИГАИК, 1992. – 52 с.
11. Беляев А.И., Лупян Е.А., Романюк Б.В., Сухинин А.И., Тацилин С.А. Национальная система сбора, обработки и анализа информации о природных пожарах и ее сопряжение с международными и региональными информационными сетями // Управление лесными пожарами на экорегиональном уровне. Материалы международного научно-практического семинара. Хабаровск. 9-12 сентября 2003. М.: Издательство "Алекс", 2004. С.156-166.

## **ПЕЙДЖИНГ В СЕТЯХ GSM/GPRS: ОБЕСПЕЧЕНИЕ СВЯЗИ В РЕЖИМЕ ОЖИДАНИЯ**

***Санников Виктор Сергеевич***

*студент,  
ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный  
университет гражданской авиации,  
РФ, г. Санкт-Петербург*

***Соколов Олег Аркадьевич***

*научный руководитель, канд. техн. наук,  
ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный  
университет гражданской авиации,  
РФ, г. Санкт-Петербург*

Пейджинг – это неотъемлемый процесс в сетях GSM/GPRS, который позволяет устанавливать связь с мобильными устройствами, находящимися в состоянии ожидания (STANDBY). Благодаря пейджингу сеть может передавать пакеты данных и голосовые сервисы абонентам.

### **Процедура пейджинга**

Процедура пейджинга инициируется коммутационным узлом поддержки GPRS (SGSN), когда ему необходимо передать пакеты данных мобильному устройству в режиме ожидания. SGSN отправляет пейджинговое сообщение по общему каналу сигнализации RACH (или RACH) на базовую станцию (BSS).

BSS, получив запрос на пейджинг, передает соответствующее сообщение в каждую соту в зоне маршрутизации (RA), где может находиться мобильное устройство. Сообщение содержит идентификаторы устройства (IMSI, P-TMSI), необходимую полосу пропускания и другие параметры.

Когда мобильное устройство получает пейджинговое сообщение, оно переключается в состояние READY и отправляет запрос на пакетный канал через канал доступа PRACH (или RACH). Сеть отвечает назначением ресурсов для передачи данных, а мобильное устройство в ответ отправляет произвольный LLC-фрейм, подтверждая получение пейджинга.

BSS добавляет в этот LLC-фрейм идентификатор соты (CGI), где находится устройство, и передает его SGSN. Это подтверждает пейджинг и предоставляет SGSN информацию о текущем местоположении устройства.

### **Роль SGSN**

SGSN играет центральную роль в процедуре пейджинга. Он:

- Иницирует пейджинг, когда необходимо передать данные устройству в режиме ожидания.
- Контролирует процедуру с помощью таймера.
- Определяет конкретную стратегию повторения пейджинга.
- Получает подтверждения пейджинга от мобильных устройств.

### **Преимущества пейджинга**

Пейджинг обеспечивает следующие преимущества:

- Установление связи с устройствами в режиме ожидания:\*\* Позволяет передавать данные и голосовые сервисы абонентам, находящимся в режиме ожидания.
- Эффективное использование ресурсов: SGSN может отслеживать активные устройства и инициировать пейджинг только для тех устройств, которым требуется передача данных.
- Оптимизация пропускной способности: Пейджинг позволяет сети выделять ресурсы конкретным устройствам по мере необходимости, оптимизируя использование пропускной способности.

Пейджинг – это критическая функция в сетях GSM/GPRS, которая обеспечивает бесперебойную передачу данных и голосовых сервисов абонентам, находящимся в режиме ожидания. Он позволяет эффективно использовать ресурсы сети и оптимизировать пропускную способность. Благодаря пейджингу пользователи могут оставаться на связи и получать доступ к необходимой информации в любое время.

## Список литературы:

1. Рекомендация МСЭ-Т G.1028. Серия G: системы и среда передачи, цифровые системы и сети. Качество обслуживания и технические характеристики мультимедийных систем – общие и связанные с пользователем аспекты // Международный союз электросвязи. – URL: file:///C:/Users/user/Downloads/T-REC-G.1028-201604-S!!PDF-R.pdf (дата обращения: 30.04.2024).
2. Рекомендация МСЭ-Т Q.1741.3. Серия Q: коммутация и сигнализация. Требования к сигнализации и протоколы IMT-2000 // Международный союз электросвязи. – URL: file:///C:/Users/user/Downloads/T-REC-Q.1741.3-200309-I!!PDF-R.pdf (дата обращения: 01.05.2024).

## РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ В АВИАЦИИ

**Санников Виктор Сергеевич**

*студент,  
ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный  
университет гражданской авиации,  
РФ, г. Санкт-Петербург*

**Соколов Олег Аркадьевич**

*научный руководитель, канд. техн. наук,  
ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный  
университет гражданской авиации,  
РФ, г. Санкт-Петербург*

Стимулом к формированию непилотируемой авиации в обществе стало удачное и широкое применение БПЛА армиями стран в ходе боевых операций.

Беспилотный летательный аппарат (БПЛА или БЛА) – в общем случае это летательный аппарат без экипажа на борту. идея летательный аппарат охватывает в себя большое количество типов, у любого из которых имеется свой непилотируемый аналог. потребность к беспилотникам в предоставленном материале попадаетея более узкое понятие. А именно: летательный аппарат без экипажа на борту, оборудованный двигателем и имеющий полезную нагрузку и продолжительность полета, достаточные для выполнения особенных вопросов. (см. табл. 1) [1].

Преимущество БПЛА перед самолетами пилотируемых воздушных судов состоит в первую очередь в стоимости производства работ и значительном уменьшении количества регламентной операции. Сам факт отсутствия человека на самолёте существенно упрощает подготовку к выполнению работ.

Прежде всего аэродром не нужен, даже самой примитивный. Беспилотные самолеты могут запускаться либо с помощью руки, либо специальным взлетным устройством – катапультной.

Также, особенно в случае использования электрических двигателей, не требуется квалифицированная техническая помощь в обслуживании самолета, мероприятия, направленные на обеспечение безопасности объекта работ, не настолько сложны.



Помимо этого, межрегламентная эксплуатация БПЛА не имеет значения или намного больше, чем у пилотируемого воздушного судна.

*Таблица 1.*

**Типы беспилотных летательных аппаратов**

	Аэростатические	Аэродинамические			Реактивные
		Гибкое крыло	Фиксированное крыло	Вращающееся крыло	
Безмоторные	Аэростаты	Воздушные змеи и аналоги безмоторных сверхлегкой авиации (парапланы, дельтапланы и др.)	Планеры	-	-
Моторные	Дирижабли	Аналоги моторных аппаратов сверхлегкой авиации	БПЛА самолетного типа	БПЛА вертолетного типа	Космические реактивные аппараты

Это обстоятельство очень важно при использовании аэрофотокомплекса в отдаленных районах нашего государства. Обычно полевые сезоны аэрофотосъемки короткие, каждый рабочий день нужно использовать, чтобы производить съемку. Фотоаппараты, установленные на ПК, позволяют получить цифровое изображение местности, разрешение которого лучше 3 см на дюйм. Применение фотообъективов коротко-, средне-, длинно- и широкофокусных зависит от характера полученных готовых математических моделей: будь то модель рельефного или ортофотоплана. Все расчёты производятся как в «большом» аэрофото.

Использование двухчастотной спутниковой геодезической системы ГЛОНАСС/GPS для определения координат центров изображений позволяет в процессе постобработки получать координаты фотоцентров с точностью более 5 сантиметров, а использование метода PPP (PrecisionPoint Positioning) позволяет определить координаты центров изображения без использования базовых станций или на значительном удалении от них [2].

Конечный обработчик аэрофотоматериалов может быть объективной оценкой качества выполненных работ. В мире и на сегодняшний день в России беспилотные самолеты используются для геодезических исследований в строительстве, в составлении планов промышленных объектов, в определении объемов горной выработки и отвалов, в учете перевозок сыпучего груза, в создании карт, планов и 3D-моделей города и предприятия.

Беспилотники используются для наблюдения за линиями электропередач для определения зарастаний, провисаний проводов, повреждения опор, повреждения изоляторов, проводов и трубопроводов, дорог для наблюдения за госграницей, особо охраняемыми объектами, зонами аэропорта, портами и др.

Эти приборы также используются для выявления пожаров в лесах, для ликвидации ЧС, для наблюдения за нарушителями ПДД и для проведения судов во льдах. Используются и в сфере потребительского рынка – для съёмки спортивных конкурсов, рекламы, съемок создания карт, 3D моделей личного владения.

### **Список литературы:**

1. Беспилотные летательные аппараты: применение в целях аэрофотосъемки для картографирования (часть 1) [Электронный ресурс]. – режим доступа: URL: <https://racurs.ru/press-center/articles/bespilotnye-letatelnye-apparaty/UAV-for-mapping-1/> (20.11.2023).
2. Беспилотные летательные аппараты: теория и практика [Электронный ресурс]. – режим доступа: URL: <https://rusdrone.ru/blog/arkhiv/bespilotnye-letatelnye-apparaty-teoriya-i-praktika/> (20.11.2023).

# ПРОТОТИП СИСТЕМЫ ХРАНЕНИЯ СЕССИИ ВЕБ-БРАУЗЕРА НА ОСНОВЕ РЕЛЯЦИОННОЙ БАЗЫ ДАННЫХ

*Степанов Максим Александрович*

*студент,*

*Новосибирский государственный университет,*

*РФ, г. Новосибирск*

## АННОТАЦИЯ

В статье представлены результаты анализа существующих систем хранения данных сессии в браузерах с открытым исходным кодом - Mozilla Firefox и Chromium. В процессе анализа были найдены причины низкой производительности обеих систем и предложена технология хранения данных сессии, способная превзойти существующие подходы. В результате на основе браузера Chromium была реализована новая система хранения данных, которая превзошла старую по производительности в 2 раза. Таким образом была обоснована целесообразность использования новой системы в качестве основы хранения данных сессии в Chromium.

**Ключевые слова:** Chromium, Mozilla Firefox, Sqlite, сессии, реляционные базы данных, браузеры.

## Введение

В современных браузерах востребованной среди пользователей функцией является восстановление сессии при запуске браузера после закрытия. Это позволяет продолжить работу с того же места, на котором пользователь остановился в предыдущем сеансе работы. В данном случае под сессиями будем понимать различные данные о состоянии браузера - открытые окна, вкладки и ссылки в них, а также последовательности переходов по ссылкам для каждой вкладки.

В современных браузерах для хранения сессий применяются ряд подходов. В них основным решением является сохранение информации о состоянии браузера в определенном формате в файле. Такой подход требует полной перезаписи файла

даже при незначительных изменениях в состоянии браузера. Это при больших размерах сессии, может занимать длительное время.

Альтернативным способом для хранения данных сессии является реляционная база данных Sqlite, в которой будет перезаписываться только измененные части файла данных при сохранении.

### **Обзор подходов к хранению сессий**

В настоящее время используются различные методы хранения данных сессии. Рассмотрим два таких способа, используемые в самых популярных на данный момент браузерах с открытым исходным кодом Chromium и Mozilla Firefox.

### **Хранение сессий в браузере Chromium**

В браузере Chromium сессия хранится в виде последовательности команд. Каждая команда сессии содержит информацию о некотором атомарном изменении состояния браузера, например, о переходе по ссылке или о изменении положения окна браузера. Для сохранения команд между запусками браузер последовательно записывает их в файл на диске, называемый файлом сессии. [1, с. 1]

Во время восстановления сессии браузер считывает команды из файла и последовательно применяет их к пустой сессии браузера без открытых окон.

Для того, чтобы сохранять изменения, которые происходят в процессе использования браузера (переходы по ссылкам, открытие новых вкладок и окон, закрытие старых), в конец файла сессии записываются новые команды, соответствующие этим изменениям. При длительной работе браузера изменения накапливаются, что приводит к увеличению размера файла.

Интенсивный рост размера файла сессии может привести к тому, что директория, содержащая пользовательские данные, будет занимать слишком много места на диске. Другой проблемой является то, что при старте необходимо считывать и интерпретировать файл сессии, что при больших его размерах может приводить к задержке на старте браузера. Для того, чтобы избежать этого, файл сессии перезаписывается каждый раз после 250 записанных команд с момента последней перезаписи.

В процессе перезаписи в новый файл сессии записываются только те команды, которые имеют непосредственное отношение к текущему состоянию браузера. Так, например, вместо нескольких последовательных команд изменения положения окна на экране будет записана только одна - та, которая была сохранена последней.

Основным недостатком такой системы является частая перезапись файла сессии, которая превращает изменение нескольких байт хранимой информации о сессии в запись на диск файла размером от килобайта, до нескольких мегабайт. Это может привести к увеличению времени отклика на компьютерах с малопроизводительными жесткими дисками или в случае высокой текущей нагрузки на диск от других приложений пользователя.

### **Хранение сессий в браузере Firefox**

Система хранения сессии в браузере Firefox использует алгоритм, подобный описанному выше. Но, в отличие от Chromium, в файлах сессии хранятся не последовательности сериализованных команд, а JSON представление состояния браузера на момент записи файла [2, с. 1]. Помимо того, что для хранения одних и тех же данных в формате JSON, в общем случае, потребуется больше места на диске [6, с. 3], по сравнению с бинарным форматом данных, возникает также другая проблема, которая связана с внесением изменений в существующий JSON файл. Наиболее вероятно, что для сохранения изменений потребуется полностью перезаписать файл на диск. Если в процессе записи произойдет сбой в работе приложения или операционной системы, то будет невозможно восстановить сессию, вследствие нарушения формата хранения данных либо же некорректности записанных данных.

Для того, чтобы не потерять состояние сессии при таком сбое, старые файлы сессии не удаляются, и при восстановлении сессии используется последний успешно записанный файл. Хотя такие файлы не будут хранить актуальную информацию, это позволит восстановить значительную часть открытых вкладок, если только они не были открыты непосредственно перед сбоем.

Недостатки системы хранения сессии браузера Firefox выражены ещё сильнее, чем в Chromium, так как запись большого файла происходит после каждого изменения состояния сессии. Для того, чтобы избежать слишком частой записи файла, Firefox по-умолчанию выполняет регулярное сохранение с интервалом в 15 секунд [3, с. 1], чтобы накопить изменения и не создавать постоянную нагрузку на диск компьютера.

### **Хранение сессий в виде БД**

Для решения выявленных проблем обеих систем была исследована возможность создания системы хранения сессии для браузера Chromium, использующая библиотеку встраиваемой базы данных Sqlite [5, с. 1], для хранения данных на диске.

Прототип разрабатывался на базе форка Chromium, расположенного на хостинге GitHub. Новая система полностью интегрирована в исходный код браузера Chromium. Получившийся форк поддерживает как использование старой, так и новой системы хранения сессии.

Для хранения информации о сессии используются 3 таблицы: “windows”, “tabs” и “navigations”.

Ниже представлено краткое описание основных отношений: Таблица “windows” предназначена для хранения свойств, принадлежащих одному открытому окну браузера, которые будут восстановлены при запуске браузера

Таблица “tabs” содержит свойства, присущие одной открытой вкладке в браузере. Для каждой вкладки хранится некоторое количество переходов по ссылкам, каждый из которых хранится в виде записи в таблице “navigations”.

Данные об окнах, вкладках, группах вкладок и навигациях хранятся в виде таблиц в файле базы данных Sqlite, при изменении состояния браузера, актуализация хранимых данных происходит посредством запросов UPDATE, INSERT или DELETE к базе данных на языке SQL.

Рассмотрим в качестве примера следующую ситуацию: пользователь открыл 2 окна браузера, в каждом из которых открыто несколько вкладок. В момент создания каждому окну и вкладке присваиваются уникальные идентификаторы.

Пусть теперь пользователь с помощью компьютерной мыши перетаскивает вкладку с идентификатором “5” из окна с идентификатором “4” в окно с идентификатором “1” на самую левую позицию. Для того, чтобы сохранить это изменение необходимо выполнить в базе данных сессии SQL запрос, представленный на рисунке 1.

```
UPDATE tabs
SET window_id=1, tab_visual_index=0
WHERE id=4
```

*Рисунок 1. SQL запрос для обновления данных о положении вкладки в окне*

Здесь `window_id` - это внешний ключ таблицы “tabs”, ссылающийся на запись в таблице “windows”, `tab_visual_index` - атрибут таблицы “tabs”, означающий индекс вкладки, `id` - первичный ключ таблицы “tabs”.

Этот запрос обновляет информацию об окне, в котором открыта вкладка, а также её индекс, то есть порядковое положение среди других вкладок в этом окне. Индексы вкладок начинаются с 0 и возрастают слева направо, поэтому для самой левой вкладки в окне в качестве значения столбца `tab_visual_index` должно быть установлено значение 0.

Пусть теперь пользователь решил развернуть окно с идентификатором “1” на весь экран при размере экрана 1920x1080. Для того, чтобы это действие было восстановлено после перезапуска браузера, необходимо выполнить SQL запрос, представленный на рисунке 2:

```
UPDATE windows
SET x=0, y=0, width=1920, height=1080, show_state=3
WHERE id=1
```

*Рисунок 2. SQL запрос для обновления данных о положении окна на экране*

Здесь, `x`, `y`, `width`, `height` и `show_state` - атрибуты таблицы “`windows`”, характеризующие положение окна на экране, а `id` - первичный ключ этой таблицы.

Значение “3” для столбца `show_state` означает, что пользователь нажал кнопку “Развернуть” в углу окна.

Для определения эффективности новой системы были произведены необходимые испытания.

### **Методика испытаний**

В браузере Chromium для проведения большинства тестов используется тестовый фреймворк Google\* Test [5, с. 1]. Также для Google\* Test в репозитории Chromium уже реализовано большое количество вспомогательных классов и функций. Так как прототип системы был реализован на основе форка Chromium, то все эти вспомогательные классы и функции были доступны для использования. Поэтому для измерения производительности был также использован Google\*Test.

В Google\* Test тесты состоят из двух частей – тестового класса (`test suite`) и тестового метода (`test case`). Тестовый класс позволяет задавать произвольные предусловия для тестируемой ситуации. Сама же тестовая ситуация описывается внутри тестового метода в виде обычной функции, написанной на языке C++. Внутри этой функции также допускается использование открытых и защищенных методов тестового класса. Таким образом, тестовые классы Google\*Test позволяют многократно применять часто используемые предусловия и управлять их созданием посредством наследования.

Наиболее популярным предусловием, используемым для тестирования Chromium, является запущенный браузер со всеми необходимыми для его работы процессами [8, с. 1]. Для этого в библиотеках браузера Chromium есть тестовый класс `InProcessBrowserTest`. С помощью этого класса перед началом непосредственно теста воспроизводится процесс обычного старта браузера, подобно случаю, когда пользователь запускает браузер через ярлык на рабочем столе.

После того, как начальная процедура запуска завершилась, выполняется тестовый метод, в котором происходят основные проверки теста. В нашем случае



необходимо просимулировать взаимодействие пользователя с приложением и записать метрики, которые связаны с работой системы хранения данных сессии.

В качестве метрик выбраны:

- время выполнения задач хранилища сессии в фоновом потоке `worker-thread`;
- количество байт данных, записанных на диск;
- количество обращений на запись к диску;
- время записи данных на диск.

В качестве тестовых сценариев было ли выбраны следующие:

- перемещение вкладок внутри окна - в тесте симулируется изменение положения вкладки с открытым сайтом внутри браузера - раз в 100 миллисекунд самая правая открытая вкладка перемещается в самую левую позицию в окне;
- изменение размеров и положения окна на экране - раз в 10 миллисекунд положение окна на экране меняется на случайное новое.

Такой выбор обоснован тем, что эти на этих сценариях сильнее всего обнаруживаются недостатки системы хранения данных сессии в браузере Chromium.

Система хранения, основанная на файлах сессии, сохраняет изменения раз в 2,5 секунды, поэтому для того, чтобы воспроизвести проблему с большим количеством перестроений файла сессии были добавлены интервалы ожидания между действиями. В противном случае все изменения попали бы в одну и ту же перезапись файла. Следует заметить, что количество операций записи будет возрастать с увеличением промежутка между действиями пользователя, поэтому выбран небольшой интервал времени для того, чтобы замерить большее количество изменений состояния сессии.

Для получения метрики времени выполнения задач в систему добавлен код для записи измерений. Вычисление продолжительности выполнения той или иной задачи происходит с применением системных часов высокой точности.

Для измерения метрик работы с диском было использовано приложение Process Monitor для ОС Windows. Оно позволяет отслеживать все операции с диском, а также фильтровать и агрегировать их [7, с. 145].

Для того, чтобы замерить операции записи на диск фильтры были настроены так, чтобы сохранять только события записи в файлы сессий или в файлы базы данных сессии. После этого был выполнен запуск теста, в процессе выполнения кода которого были отслежены все интересующие нас операции записи.

Суммарные данные за всё время работы теста получены с помощью функции агрегации.

Все запуски теста производились на компьютере со следующими характеристиками:

- операционная система Windows 10;
- процессор Intel Core i7 13700k, 3400 МГц;
- оперативная память 32 GB DDR5, 4800 МГц;
- жесткий диск Samsung 980 Pro.

### Результаты измерений

Результаты измерений, проведённые для сессии, состоящей из одного окна с 50 открытыми вкладками приведены в таблице ниже.

*Таблица.*

#### Результаты измерений производительности

Тип эксперимента	Перемещение вкладок		Перемещение окна	
	старая	новая	старая	новая
Система хранения	старая	новая	старая	новая
Время worker-thread	1693 мс	725 мс	135 мс	37.1 мс
Объём записи	1,93 Мб	1,02 Мб	366,4 Кб	177 Кб
Количество операций записи	200247	3276	10953	335
Суммарное время записи на диск	0,3755 с	0,022 с	0,0783 с	0,01 с

На основании результатов можно заключить, что новая система более эффективно использует диск персонального компьютера. Так, объём записи на диск уменьшился приблизительно в 2 раза в обоих экспериментах, а время, затраченное на непосредственную запись данных на диск уменьшилось в 7-20 раз.

Эти эффекты достигаются за счёт рационального использования базой данных Sqlite дискового хранилища путём записи только изменённых блоков данных. Это приводит к уменьшению количества операций записи, за счёт отсутствия перезаписи данных, не претерпевших изменений. Дополнительно Sqlite хранит многие данные и запросы в кэше, тем самым снижая накладные расходы на использование базы данных.

Также время исполнения задач на фоновом потоке различается минимум в 2 раза. Это происходит из-за частой перезаписи данных на диск для подхода с файлами сессии. Можно заметить, что старая реализация Chromium записывает команды сессии отдельными операциями с файловой системой.

### **Заключение**

В данной работе выполнен анализ реализации механизма сессий в двух самых популярных современных браузерах (Chromium и Mozilla Firefox) с точки зрения производительности. Обе системы неэффективно используют диск пользователя при сохранении изменений.

Был предложен новый подход на основе базы данных, устраняющий наиболее существенные проблемы из выявленных при анализе. Реляционная база данных Sqlite записывает на диск только модифицированные данные, что позволяет получить преимущество над другими реализациями.

Результаты сравнения скорости работы механизма сессий на основе базы данных позволяют ожидать ускорение операций обновления на 50% на некоторых сценариях использования браузера по сравнению с существующими реализациями.

Таким образом, в предлагаемой системе решена проблема, связанная с частой перезаписью данных на диск. В дальнейшем необходимо продолжить исследовать производительность на различных сценариях, в том числе производительность чтения данных.

В настоящее время идет работа над реализацией нового подхода в рамках форка Chromium на хостинге проектов с исходным кодом GitHub, расположенного по адресу <https://github.com/MaximuSG140/chromium/pull/1>.

## Список литературы:

1. Chrome Session and Tabs Files (and the puzzle of the pickle). - [Электронный ресурс] - Режим доступа. -URL: <https://digitalinvestigation.wordpress.com/2012/09/03/chrome-session-and-tabs-files-and-the-puzzle-of-the-pickle/> (Дата обращения 25.04.2024).
2. Analysing Firefox Session Restore data. - [Электронный ресурс] - Режим доступа. -URL: <https://www.foxtonforensics.com/blog/post/analysing-firefox-session-restore-data-mozlz4-jsonlz4> (Дата обращения 25.04.2024).
3. Change Firefox session store interval to save your SSD. - [Электронный ресурс] - Режим доступа. -URL: <https://www.mahal.org/2016/10/change-firefox-session-store-interval-save-ssd/> (Дата обращения 25.04.2024).
4. GoogleTest\* Primer. - [Электронный ресурс] - Режим доступа. -URL: [https://chromium.googlesource.com\\*/external/github.com/google\\*/googletest\\*/+/HEAD/docs/primer.md](https://chromium.googlesource.com*/external/github.com/google*/googletest*/+/HEAD/docs/primer.md) (Дата обращения 26.04.2024).
5. SQLite Home Page. - [Электронный ресурс] - Режим доступа. -URL: <https://sqlite.org/index.html> (Дата обращения 25.04.2024).
6. Maeda, Kazuaki. Performance evaluation of object serialization libraries in XML, JSON and binary formats.- 2012 - 10.1109/DICTAP.2012.6215346.
7. M. Russinovich, A. Margosis. Troubleshooting With The Windows Sysinternals Tools - [Электронный ресурс] - Режим доступа. -URL: <https://archive.org/details/troubleshooting-with-the-windows-sysinternals-tools> (Дата обращения 29.04.2024).
8. Browser Tests. - [Электронный ресурс] - Режим доступа. -URL: <https://www.chromium.org/developers/testing/browser-tests/> (Дата обращения 02.04.2024).

\* (По требованию Роскомнадзора информируем, что иностранное лицо, владеющее информационными ресурсами Google является нарушителем законодательства Российской Федерации – прим. ред.)

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ В КАНАЛЕ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОЙ СВЯЗИ**

***Суров Максим Вячеславович***

*студент,*

*Кубанский государственный университет,*

*РФ, г. Краснодар*

***Кулиш Ольга Александровна***

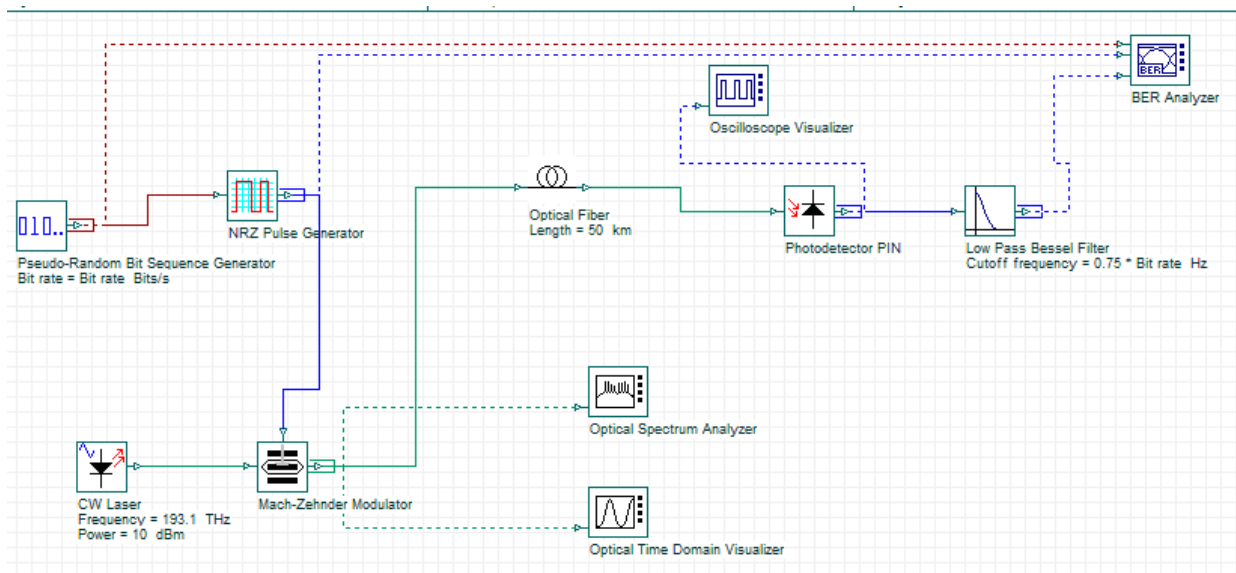
*научный руководитель,*

*доцент, Кубанский государственный университет,*

*РФ, г. Краснодар*

Моделирование современных линий волоконно-оптической связи (ВОЛС), включая активное приемопередающее оборудование и пассивный тракт передачи, представляет собой актуальную задачу, необходимую для их проектирования и производства. Целью настоящей работы является моделирование волоконно-оптического канала связи с применением специализированной программы для проектирования ВОЛС “OptiSystem” (производитель - фирма “Optiwave”). Библиотека компонентов, узлов и измерительных модулей программы позволяет создавать модели как простых, так и сложных систем оптической связи [1].

В представленной в работе модели канала оптической связи рассчитывается коэффициент ошибки BER при передаче цифровых данных и его зависимость от выходной мощности источника оптического сигнала. Схема модели канала ВОЛС, включая передатчик и приемник, показана на рисунке 1.



**Рисунок 1. Схема компьютерной модели канала волоконно-оптической связи**

Основными узлами компьютерной модели канал волоконно-оптической линии связи являются: лазер с непрерывным излучением (CW-лазер, CW – continuous wave), модулятор Маха-Цендера, волоконный световод длиной 50 км и фотоприемное устройство на основе PIN-фотодиода. Информация для передачи по каналу связи создается путем использования радиоэлектронного генератора псевдослучайных двоичных последовательностей, кодера цифровой информации с кодом NRZ, который к этому генератору подключен. Выход NRZ-кодера подключается к управляющим электродам электрооптического модулятора Маха-Цендера.

К выходу фотоприемника подключены осциллограф и измеритель коэффициента ошибок (BER – bit error rate). Последнее устройство подключено к фотоприемнику через фильтр низких частот (ФНЧ). В качестве ФНЧ используется фильтр Бесселя.

Также к выходу передатчика ВОЛС подключены анализатор оптического спектра и визуализатор сигналов во временной области (они в настоящей работе описываться не будут).

Одной из базовых целей математической модели канала ВОЛС является определение зависимости коэффициента ошибки BER от выходной мощности

источника оптического сигнала. Рассмотрим основные узлы активного приемопередающего оборудования и пассивного тракта компьютерной модели линии связи и параметры, которые можно задавать у этих узлов.

Источником оптического сигнала в данной схеме является CW-лазер, параметры которого представлены на рисунке 2.

Main				
Polarization				
Simulation				
Noise				
Random numbers				
Disp	Name	Value	Units	Mode
<input checked="" type="checkbox"/>	Frequency	193.1	THz	Normal
<input checked="" type="checkbox"/>	Power	10	dBm	Sweep
<input type="checkbox"/>	Linewidth	10	MHz	Normal
<input type="checkbox"/>	Initial phase	0	deg	Normal

**Рисунок 2. Параметры лазера оптического передатчика ВОЛС**

Основными параметрами лазера является мощность сигнала и частота генерации излучения, которые можно задать.

Оптическое волокно обладает следующими параметрами, которые можно задавать для моделирования: длина (Length), затухание (Attenuation) и рядом других. Они представлены на рисунке 3.

Disp	Name	Value	Units	Mode
<input type="checkbox"/>	User defined reference w	<input type="checkbox"/>		Normal
<input type="checkbox"/>	Reference wavelength	1550	nm	Normal
<input checked="" type="checkbox"/>	Length	50	km	Normal
<input type="checkbox"/>	Attenuation effect	<input checked="" type="checkbox"/>		Normal
<input type="checkbox"/>	Attenuation data type	Constant		Normal
<input type="checkbox"/>	Attenuation	0.2	dB/km	Normal
<input type="checkbox"/>	Attenuation vs. wavelengt	Attenuation.dat		Normal

**Рисунок 3. Параметры оптического волокна**

Сигнал поступает на модулятор Маха-Цендера, параметры которого показаны на рисунке 4.

Main		Simulation		
Disp	Name	Value	Units	Mode
<input type="checkbox"/>	Extinction ratio	30	dB	Normal
<input type="checkbox"/>	Negative signal chirp	<input type="checkbox"/>		Normal
<input type="checkbox"/>	Symmetry factor	-1		Normal

**Рисунок 4. Параметры модулятора оптического излучения типа Маха-Цендера**

Базовый параметр модулятора - Extinction ratio: это коэффициент экстинкции (коэффициент ослабления сигнала), определяемый как отношение максимального коэффициента пропускания оптического модулятора к минимальному.

В схеме используется генератор псевдослучайных битов с выходными электрическими сигналами, к нему подключен кодер NRZ, также с выходными электрическими сигналами в цифровом формате, сигнал от которого поступает на модулятор Маха-Цендера и BER анализатор.

Генератор псевдослучайных битов (PRBS Generator) - это устройство или алгоритм, который генерирует последовательность битов (обычно 0 и 1), которую можно с некоторым приближением можно считать случайным набором логических нулей и единиц. Следует отметить, что программа может “запомнить” генерируемый набор битов при необходимости его повторного использования.

Параметры этого генератора представлены на рисунке 5.

Disp	Name	Value	Units	Mode
<input checked="" type="checkbox"/>	Bit rate	Bit rate	5 Bits/s	Script
<input type="checkbox"/>	Operation mode	Order		Normal
<input type="checkbox"/>	Order	$\log(\text{Sequence length})/\log(5)$		Script
<input type="checkbox"/>	Mark probability	0.5		Normal
<input type="checkbox"/>	Number of leading zeros	$(\text{Time window} * 3 / 100) * 5$		Script
<input type="checkbox"/>	Number of trailing zeros	$(\text{Time window} * 3 / 100) * 5$		Script

**Рисунок 5. Параметры генератора псевдослучайных бит PRBS- генератора**



Параметр “Bit rate” генератора задает скорость передачи битов псевдо-случайной последовательности. В настоящей работе скорость передачи выбрана равной 10 Гб/с.

NRZ (Non-Return-to-Zero) кодер - это устройство или программное обеспечение, которое формирует цифровой сигнал с формой импульсов, соответствующих NRZ кодировке. NRZ-кодировка - это один из способов кодирования цифровых данных, при котором уровень напряжения сигнала остается постоянным на протяжении всего битового интервала, если передается логическая единица ("1"), и остается на уровне напряжения, близком к нулю, если передается логический ноль ("0"). Соответственно, при передаче подряд 2-х логических единиц уровень напряжения сигнала не меняется два битовых интервала подряд и т.д.

Параметры NRZ-генератора изображены на рисунке 6.

Disp	Name	Value	Units	Mode
<input type="checkbox"/>	Rectangle shape	<i>Exponential</i>		<i>Normal</i>
<input type="checkbox"/>	Amplitude	1	a.u.	<i>Normal</i>
<input type="checkbox"/>	Bias	0	a.u.	<i>Normal</i>
<input type="checkbox"/>	Position	0	bit	<i>Normal</i>
<input type="checkbox"/>	Rise time	0.05	bit	<i>Normal</i>
<input type="checkbox"/>	Fall time	0.05	bit	<i>Normal</i>

**Рисунок 6. Параметры NRZ генератора**

Параметр “Amplitude” (амплитуда) - это максимальное значение амплитуды сигнала, то есть максимальная величина изменения сигнала относительно нулевого уровня. В NRZ-генераторе амплитуда обозначает значение уровня сигнала логической единицы. По умолчанию уровень сигнала логического нуля равен нулю. Например, если амплитуда сигнала составляет 1 В, это означает, что сигнал может изменяться между уровнями 0 В и 1 В.

К модулятору Маха-Цендера, через волоконную линию связи, подключен фотоприемник на основе PIN-фотодиода. Параметры фотодетектора представлены на рисунке 7.

Disp	Name	Value	Units	Mode
<input type="checkbox"/>	Responsivity		1 A/W	Normal
<input type="checkbox"/>	Dark current		10 nA	Normal

**Рисунок 7. Параметры PIN-фотодетектора**

Параметр “Responsivity” (отклик) представляет собой отношение выходного тока фотодетектора к мощности света, падающего на него. Чем он выше, тем более чувствительным является фотодетектор к свету. Параметр “Dark current” характеризует темновой ток фотодетектор. Он может создавать фоновый уровень для сигнала и ухудшать соотношение сигнал/шум (SNR) в оптической системе. Чем ниже его уровень, тем лучше, так как это обеспечивает более низкий фоновый уровень сигнала и более высокое значение отношения сигнал/шум SNR (signal-to-noise ratio) на выходе фотоприемника.

Анализатор (измеритель) коэффициента ошибок - BER Analyzer: это устройство или программное обеспечение, которое используется для измерения и анализа качества цифровой связи путем оценки (измерения) уровня ошибок в передаваемых битах данных. BER Analyzer подключен к выходу фотоприемника через фильтр низких частот.

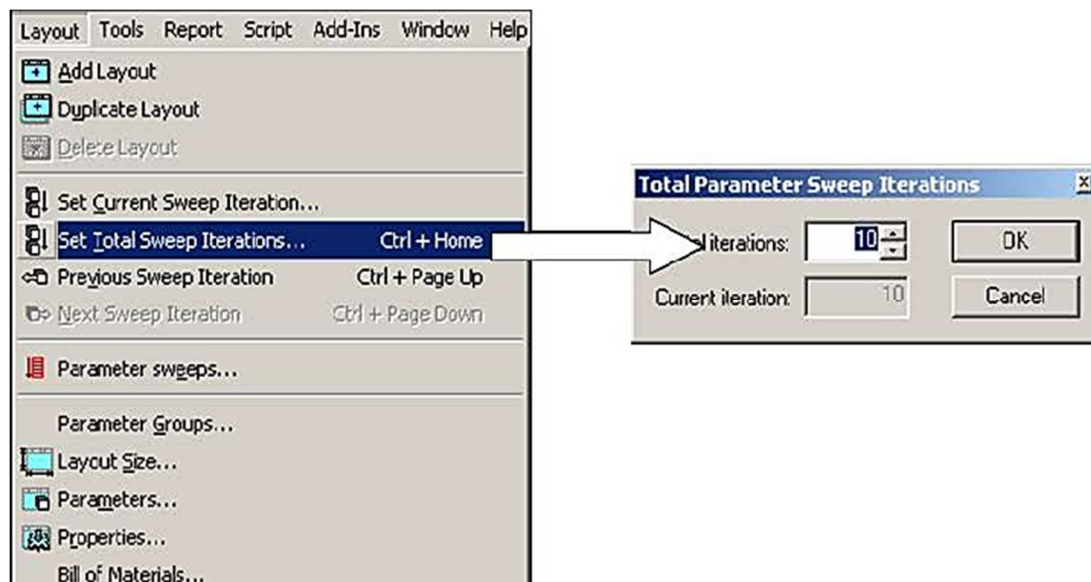
Низкочастотный фильтр Бесселя (Low Pass Bessel Filter) - это тип электронного фильтра, который пропускает частоты ниже определенной частоты среза. Параметры фильтра представлены на рисунке 8.

Disp	Name	Value	Units	Mode
<input checked="" type="checkbox"/>	Cutoff frequency	0.75 * Bit rate	5 Hz	Script
<input type="checkbox"/>	Insertion loss		0 dB	Normal
<input type="checkbox"/>	Depth		100 dB	Normal
<input type="checkbox"/>	Order		4	Normal

**Рисунок 8. Параметры фильтра низких частот Бесселя**

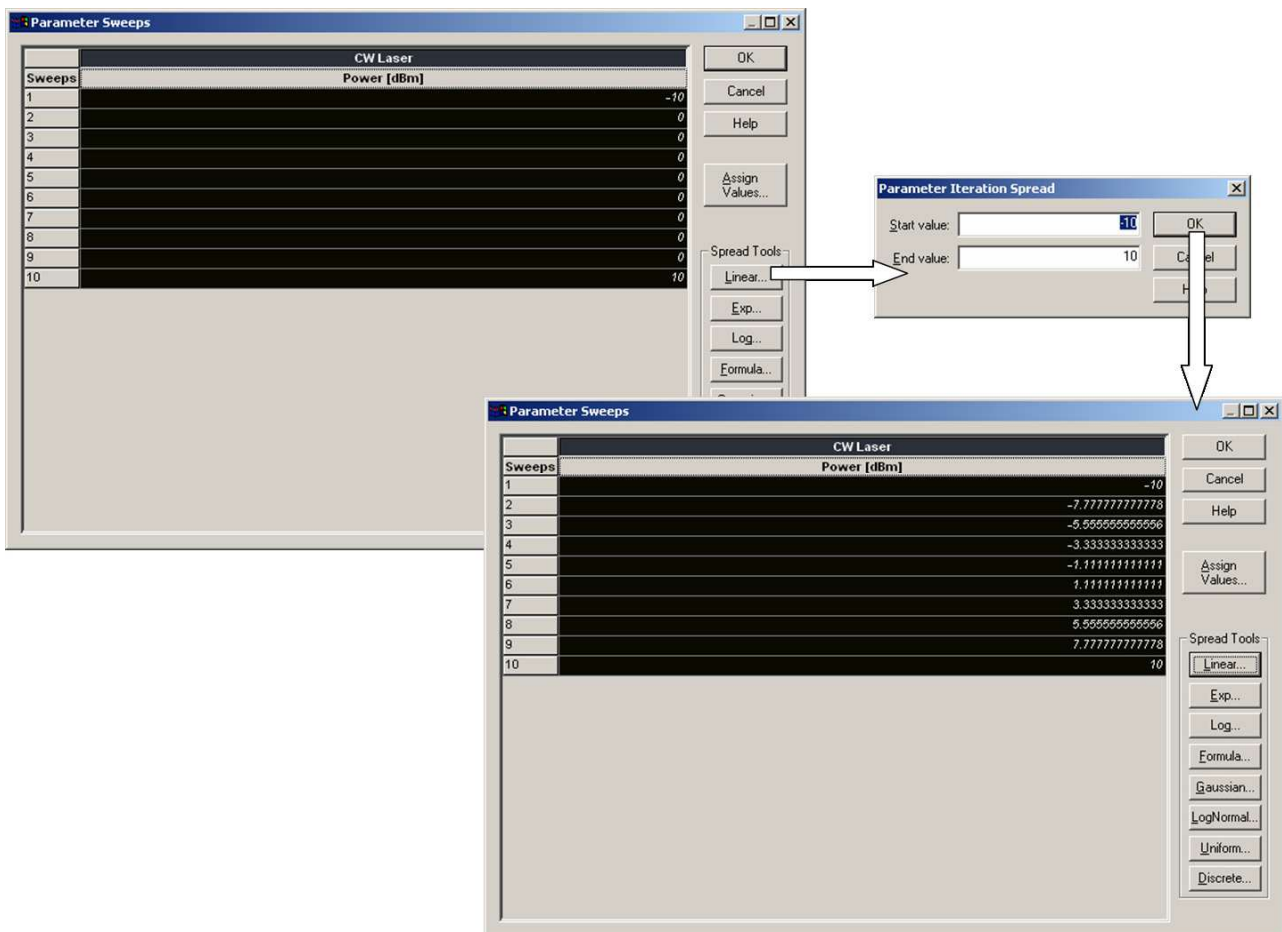
Параметр “cutoff frequency” - частота среза фильтра низких частот: это частота, на которой амплитуда выходного сигнала уменьшается на -3 дБ (или в 0,707 раз по напряжению) от его значения на частотах ниже частоты среза.

Для математической модели канала волоконно-оптической связи было выставлено общее количество итераций (повторных вычислений), равное 10 (рисунок 9). Порядок задания итераций в программе представлен на рисунке 9.



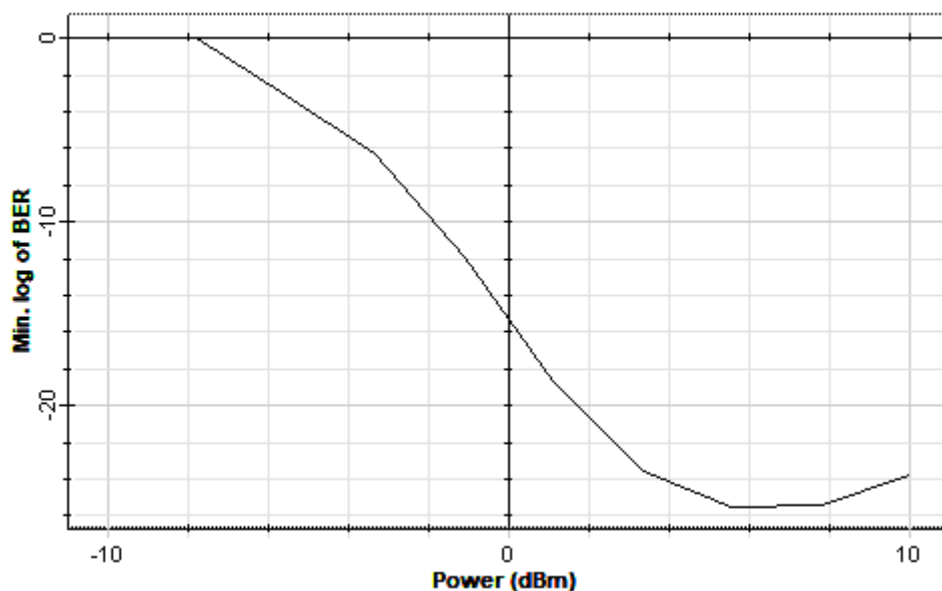
**Рисунок 9. Интерфейс программы для задания количество итераций в расчетах**

Аналогично, на рисунке 10 показан интерфейс программы для задания мощности передатчика ВОЛС в расчетах – каждый расчет производится со своей мощностью, и с каждой следующей итерацией мощность дискретно увеличивается.



**Рисунок 10. Интерфейс программы для задания общего диапазона мощности, излучаемой CW-лазером передатчика ВОЛС и его значений для каждой итерации**

После того как были произведены все вышеперечисленные действия, была выполнена симуляция работы схемы. В ходе численного эксперимента и получения результатов расчетов, был составлен график зависимости коэффициента ошибок BER от выходной мощности лазера передатчика в диапазоне ее изменения от -10 до 10 дБм (0,1 – 10 мВт). График этой зависимости показан на рисунке 11.



**Рисунок 11. График зависимости коэффициента ошибок BER от выходной мощности лазера передатчика ВОЛС**

Так как расчет производился неоднократно (задавалось десять итераций), то на графике по оси ординат отложено минимальное расчетное значение коэффициента ошибки BER среди всех итераций. Для удобства визуализации в широком диапазоне изменения коэффициента ошибок по оси ординат отложен десятичный логарифм этой величины -  $\log_{10}(\text{BER})$ . Этот логарифм равен степени значения коэффициента ошибки BER, если он выражается через основание 10 (например,  $\text{BER}=10^{-12}$ ). То есть на графике, представленном на рисунке 11, если обозначить отложенную по оси ординат величину как  $k$  ( $k=\log_{10}(\text{BER})$ ), то абсолютное значение коэффициента ошибки BER будет равно  $10^k$ .

По оси абсцисс оптическая мощность лазера передатчика представлена в единицах дБм, а не абсолютной мощности.

Как видно по данному графику, коэффициент ошибки BER уменьшается с увеличением выходной мощности передатчика при его малой мощности, так как увеличивается отношение сигнал/шум. Однако на определенном уровне мощности наступает ситуация, когда параметр BER не изменяется при увеличении мощности в некотором диапазоне ее изменения (область плато характеристики), что и видно на данном графике. Соответственно, в этом диапазоне мощности передатчика ВОЛС коэффициент ошибки от отношения сигнал/шум не зависит.

При дальнейшем увеличении уровня мощности передатчика происходит небольшое увеличение коэффициента ошибки, что также видно на данном графике, данная область находится справа от области плато полученной характеристики. Причина этого увеличения BER - нелинейно-оптические свойства волоконного световода, а именно – эффект фазовой самомодуляции [2].

Таким образом, в ходе работы построена модель канала волоконно-оптической линии связи в специализированной программе “OptiSystem” и рассчитана зависимость коэффициента ошибок от уровня входной мощности при длине линии связи 50 км.

### **Список литературы:**

1. OptiTools full manual. – [Электронный Ресурс] – Режим доступа. – URL: <https://optiwave.com/manuals/optitools/> (Дата обращения 04.05.2024).
2. D. Ellis, M.E. McCarthy, M.A. Z. Al Khateeb, M. Sorokina, N.J. Doran “Performance limits in optical communications due to fiber nonlinearity” // *Advances in Optics and Photonics*, 2017, v.9, №3, p.429-503.

# МЕТОДЫ ОБНАРУЖЕНИЯ УТЕЧЕК НА МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДАХ

*Черкасский Владимир Владимирович*

*магистрант,*

*ФГБОУ ВПО Московский автомобильно-дорожный  
государственный технический университет (МАДИ),*

*РФ, г. Москва*

## Введение

Магистральные трубопроводы являются важными элементами инфраструктуры современного мира. Они обеспечивают транспортировку нефти, природного газа, газового конденсата, метанола и сопутствующих продуктов на большие расстояния. Однако, эксплуатация трубопроводов не лишена рисков, в частности, связанных с утечками, которые могут иметь серьезные экономические, экологические последствия.

## Актуальность

Утечки на магистральных трубопроводах могут быть вызваны различными причинами: коррозией, механическими повреждениями, неправильной эксплуатацией, природными явлениями или человеческим фактором. Несанкционированный выпуск транспортируемого продукта может привести к загрязнению окружающей среды, а также привести к значительным финансовым потерям.

Развитие и внедрение систем обнаружения утечек подчёркивает важность своевременной локализации аварий. Данные системы позволяют определять и локализовать утечки на ранней стадии, минимизируя тем самым ущерб и повышая безопасность эксплуатации трубопроводных систем.

Применение СОУ дает такие преимущества, как уменьшение вероятности крупных инцидентов за счет оперативного реагирования на проблему, экономию на возможных экологических штрафах, а также своевременному выявлению более серьёзных дефектов трубопровода.

Разработка и усовершенствование методов обнаружения утечек требуют применение знаний из таких областей, как физика, математика, информатика,

экология. Современные исследования в области обнаружения утечек нацелены не только на повышение точности и скорости реакции, но и на интеграцию систем в технологический процесс управления трубопроводами.

### **Цель исследования**

Целью данной работы является обзор актуальной информации о методах обнаружения утечек на магистральных трубопроводах.

### **Классификация методов обнаружения утечек**

Утечка транспортируемого вещества может значительно повлиять как на состояние трубопровода, так и на окружающую среду в зоне разгерметизации, где возможен выброс продукта. К происходящим изменениям относятся снижение давления и изменения в скорости потока, возникновение звуковых шумов, а также изменения в потреблении энергии компрессорными установками. Эти факторы могут серьезно затронуть эффективность работы трубопроводной системы.

Методы обнаружения утечек магистральных трубопроводов можно классифицировать по нескольким критериям, что позволяет систематизировать их по принципу действия, способу распознавания и оперативности реагирования.

Одним из критериев классификации является тип работы трубопровода, который может быть статическим или динамическим. В статических методах для выявления утечек используется мониторинг статического состояния трубопровода. Динамический метод требует постоянного анализа работы всей системы, что позволяет выявить возможные аномалии в потоках перекачиваемых веществ.

Другой важной категорией являются методы обнаружения утечек, основанные на использовании стационарных устройств, установленных в ключевых точках системы, или устройств, совершающих динамическое движение вдоль трубопровода, что позволяет проводить детальную диагностику внутренних поверхностей.

По периодичности применения выявляются методы, предполагающие постоянный анализ параметров трубопровода, и методы, работающие по циклическому графику проверок.



Методы также различаются на те, что основаны на физических принципах и математическом моделировании. К ним относят метод оптимального баланса, анализ давления в системе, акустические методы, при которых анализируются звуковые волны, возникающие в результате утечки.

Методы обнаружения так же разделяют по способу контроля оператором. Активные методы требуют прямого участия оператора при внесении изменений в условия работы трубопровода для идентификации утечек. Пассивные методы основаны на постоянном сборе и анализе данных о состоянии трубопровода без активных действий со стороны оператора. Косвенные методы включают те, которые анализируют показатели, не связанные напрямую с потерями продукта, например, температурные изменения, в то время как прямые методы основаны на фиксации фактической потери перекачиваемого сырья.

### **Обзор существующих методов обнаружения утечек**

Существует множество способов выявления утечек, далее приведены некоторые из наиболее известных методов.

1. Метод негативной волны давления (волновой метод) основан на реакции системы на появление волны давления, которая возникает при утечке. Данная волна распространяется по трубопроводу в обоих направлениях от места утечки, и с помощью датчиков давления, расположенных вдоль трубопровода, можно заметить эту волну. Время прохождения волны и изменение давления помогают вычислить местоположение разрыва.

Преимуществами метода негативной волны давления, по сравнению с остальными методами, являются скорость и точность обнаружения утечки, особенно на больших расстояниях и в больших системах. Однако данный метод требует наличие статистического анализа данных для фильтраций вибраций или шумов, которые могут быть приняты за утечку.

2. Метод объёмного баланса заключается в сравнении объёма вещества, входящего в систему, с объёмом вещества, выходящим из системы. При наличии утечки фиксируется дисбаланс между этими двумя показателями. Метод требует точности измерений и хорошо работает при достаточно больших утечках, когда

дисбаланс легче выявить. Преимуществами метода объёмного баланса являются простота и универсальностью, поскольку его можно применять в различных системах без необходимости сложного дополнительного оборудования. Однако его основной недостаток заключается в невысокой чувствительности к малым утечкам и задержкам в обнаружении, так как изменения в объёмном балансе станут заметны лишь после накопления определённого количества потерянного вещества.

3. Метод анализа профиля давления представляет собой мониторинг изменений давления внутри трубопровода на разных его участках для создания "нормального" профиля давления. Исходя из этого профиля, система может обнаруживать аномалии, указывающие на потенциальные утечки. Метод эффективен в системах с переменными режимами работы и может использоваться для раннего обнаружения мелких утечек. Преимуществами метода анализа профиля давления является способность выявлять утечки на ранних стадиях, благодаря чувствительности к минимальным изменениям давления, так же данный метод подходит для сложных условий эксплуатации трубопроводов. Тем не менее, чтобы метод работал эффективно, требуется точно установленный профиль давления, что может быть затруднительным, и он также может выдавать ложные срабатывания вследствие изменений рабочих условий или внешних факторов.

Данные методы часто применяют в комбинации для повышения точности обнаружения утечек, учитывая, что каждый имеет свои сильные и слабые стороны в зависимости от конкретных условий эксплуатации системы.

### **Заключение**

Рассмотренные методы имеет свои преимущества и недостатки, и их совместное применение позволяет уменьшить отдельные ограничения и повысить общую надёжность системы мониторинга. Комплексный подход увеличивает вероятность своевременного обнаружения утечек, что является важным для безопасности, надёжности и эффективности использования магистральных трубопроводов.

## Список литературы:

1. Жилин, А.А. Системы и методы обнаружения утечек на магистральных трубопроводах / А.А. Жилин, О.А. Коркишко // Наука сегодня: фундаментальные и прикладные исследования : Материалы международной научно-практической конференции. В 2-х частях, Вологда, 27 сентября 2017 года. Том Часть 1. – Вологда: ООО "Маркер", 2017. – С. 37-39. – EDN ZNGVFJ.
2. Мишкин, Г.Б. Классификация систем обнаружения утечек на магистральных трубопроводах нефти, газа и нефтепродуктов / Г.Б. Мишкин. – Текст : непосредственный // Молодой ученый. – 2010. – № 11 (22). – Т. 1. – С. 56-58. – URL: <https://moluch.ru/archive/22/2266/>).
3. Г Митькина, П.А. Экономическая эффективность внедрения устройств, предотвращающих аварийность на магистральных трубопроводах / П.А. Митькина // Технологические инновации и научные открытия : Сборник трудов по материалам II - Международного конкурса научно-исследовательских работ, Уфа, 20 июля 2020 года. – Уфа: Общество с ограниченной ответственностью "Научно-издательский центр "Вестник науки", 2020. – С. 29-38. – EDN JWWSXJ.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОПТИМИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ**

***Шестопалова Вероника Алексеевна***

*студент*

*Федерального бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования МИРЭА –  
Российский технологический университет,  
РФ, г. Москва*

***Мельников Денис Александрович***

*научный руководитель, ассистент,*

*Федерального бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования МИРЭА –  
Российский технологический университет,  
РФ, г. Москва*

Развитие технологий искусственного интеллекта (ИИ) в наше время играет решающую роль в совершенствовании различных отраслей промышленности. Применение ИИ для оптимизации производственных процессов становится все более актуальным и востребованным в условиях стремительных технологических изменений и повышенной конкуренции на рынке.

Целью данной статьи является рассмотрение основных аспектов применения искусственного интеллекта в сфере оптимизации производственных процессов. В работе будут рассмотрены современные подходы и методы использования ИИ, а также примеры успешной реализации таких систем в различных отраслях промышленности. Рассмотрение данных вопросов позволит выявить преимущества и вызовы, с которыми сталкиваются организации при внедрении и использовании технологий ИИ в производственной среде.

Обзор существующих решений и анализ опыта практического применения позволят сделать выводы о перспективах развития данной области исследований, а также выделить основные направления для дальнейших исследований и практического применения технологий искусственного интеллекта в промышленности.

Для решения задачи оптимизации производственных процессов с использованием искусственного интеллекта были использованы следующие материалы, методы и допущения. В качестве материалов были использованы данные о

производственных процессах, включая исторические данные о работе оборудования, параметры производственных линий, объемы производства и другие характеристики. Для анализа и обработки данных применялись современные алгоритмы искусственного интеллекта, такие как методы машинного обучения, нейронные сети и глубокое обучение.

Методы решения задачи включали в себя предварительную обработку и анализ данных, структурирование и выделение ключевых признаков, а также обучение моделей искусственного интеллекта на основе этих данных. Для этого проводилась настройка параметров моделей и проведение обучения на исторических данных производства для прогнозирования и оптимизации производственных процессов. [4]

Кроме того, были приняты определенные допущения, включая наличие качественных и достаточных данных для обучения моделей, ресурсные ограничения по вычислительным ресурсам и времени для обучения и применения моделей в реальном времени, а также необходимость интеграции разработанных решений с существующими информационными системами предприятия для обмена данными и управления производством. Эти допущения считались при разработке и тестировании моделей искусственного интеллекта для оптимизации производственных процессов.

Тематика искусственного интеллекта охватывает огромный перечень научных направлений, начиная с таких задач общего характера, как обучение и восприятие. В искусственном интеллекте систематизируются и автоматизируются интеллектуальные задачи и поэтому эта область касается любой сферы интеллектуальной деятельности человека. В этом смысле искусственный интеллект является поистине универсальной научной областью. [3]

Искусственный интеллект (ИИ) обладает огромным потенциалом для оптимизации производственных процессов, что приводит к повышению качества продукции, снижению издержек и увеличению производительности. [1]

ИИ позволяет повысить качество продукции за счет автоматического контроля качества и прогнозной аналитики, что помогает предотвращать дефекты и улучшать процессы на ранних стадиях.

Снижение издержек производства достигается за счет оптимизации расходов на материалы, энергию, точного прогнозирования и управления потреблением ресурсов, а также автоматизации рутинных задач и сокращения численности персонала.

ИИ также способствует увеличению производительности благодаря автоматизации рутинных задач, оптимизации производственных процессов и улучшению планирования и управления производством.

Для решения задач оптимизации производства широко применяются модели машинного обучения, нейронные сети и глубокое обучение. Они используются для анализа данных, оптимизации параметров производства, автоматизации задач контроля качества и управления процессами. Глубокое обучение позволяет обучать модель предсказывать результат по набору входных данных. Для обучения сети можно использовать как контролируемое, так и неконтролируемое обучение. После разработки алгоритмов обучения получаемые модели стали использовать в практических целях: в задачах прогнозирования, для распознавания образов, в задачах управления и др. [2]

Примеры компаний, успешно применяющих ИИ в производстве, включают GE Aviation для прогнозирования отказов оборудования, Walmart для оптимизации цепочки поставок и Tesla для автоматизации производства.

Преимущества включают повышение качества продукции, снижение издержек и увеличение производительности. Однако вызовы включают необходимость квалифицированных кадров, высокую стоимость внедрения, вопросы кибербезопасности и этические аспекты.

Искусственный интеллект является ключевым фактором в оптимизации производства, обеспечивая компаниям конкурентное преимущество и эффективное управление производственными процессами.

В результате проведенного исследования мы пришли к нескольким важным выводам о применении искусственного интеллекта в оптимизации производственных процессов. Во-первых, стало очевидно, что использование ИИ в производстве имеет огромный потенциал для улучшения эффективности, качества продукции и конкурентоспособности предприятий. Модели машинного обучения, нейронные сети и глубокое обучение продемонстрировали высокую эффективность в оптимизации различных производственных процессов.

На основе успешных примеров применения ИИ в производстве, таких как прогнозирование отказов оборудования, оптимизация цепочки поставок и автоматизация производственных процессов, можно сделать вывод о значительном вкладе ИИ в улучшение управления и экономических показателей предприятий.

Рекомендации, вытекающие из наших исследований, подразумевают необходимость начинать внедрение ИИ с четкого определения конкретных задач и процессов, требующих оптимизации. Важно также обеспечить качество и доступность данных для обучения моделей ИИ, что позволит повысить их точность и эффективность. Инвестиции в обучение персонала в области искусственного интеллекта также являются ключевым моментом для успешной реализации возможностей новых технологий.

Одновременно с этим, при разработке и использовании систем ИИ в производстве необходимо учитывать аспекты кибербезопасности и этические нормы. Это поможет предотвратить возможные угрозы и конфликты, связанные с использованием автоматизированных систем.

Наконец, будущие исследования и разработки в области искусственного интеллекта должны быть направлены на создание более сложных моделей, интеграцию с другими технологиями и установление общепринятых стандартов для внедрения ИИ в промышленность. Это позволит максимально эффективно использовать потенциал и преимущества искусственного интеллекта в современном производстве и повысить конкурентоспособность компаний на рынке.

Кроме того, необходимо отметить, что внедрение ИИ в производство требует значительных инвестиций. Однако, как показывает практика, эти инвестиции

окупаются за счет увеличения эффективности и снижения издержек. Кроме того, компании, которые внедряют ИИ в свои производственные процессы, получают конкурентное преимущество и могут более эффективно реагировать на изменения рынка.

Важно отметить, что внедрение ИИ в производство способствует улучшению условий труда и безопасности рабочих. Автоматизация рутинных задач и процессов с помощью ИИ позволяет сократить физическую нагрузку на рабочих и минимизировать риск травм.

В заключение, в будущем ожидается дальнейшее развитие технологий искусственного интеллекта и их все более широкое внедрение в производство. Это позволит компаниям достичь новых уровней эффективности и конкурентоспособности на рынке. Однако, для этого необходимо продолжать исследования и разработки в области искусственного интеллекта, а также обеспечивать взаимодействие и сотрудничество между предприятиями, научными организациями и государственными структурами в этой области.

### **Список литературы:**

1. Нагородская В.Б. Новые технологии (блокчейн / искусственный интеллект) на службе права / В.Б. Нагородская. – Москва : Проспект, 2019. – 55 с.
2. Остроух А.В. Введение в искусственный интеллект: монография / А.В. Остроух. – Красноярск : Научно-инновационный центр, 2020. – 250 с. – ISBN 978-5-907208-26-1.
3. Рассел, С., Искусственный интеллект. Современный подход / С., Рассел,, П., Норвиг,. – Москва : Вильямс, 2021. – 704 с.
4. Эндрю Бриджесс Искусственный интеллект - для вашего бизнеса. Руководство по оценке и применению. / Бриджесс Эндрю. – Перевод. – Москва : Интеллектуальная литература, 2021. – 231 с.



## **ПРОБЛЕМЫ ЭЛЕКТРОНИКИ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ В АВИАЦИИ И СПОСОБЫ ИХ РЕШЕНИЯ**

***Шушкова Ирина Вячеславовна***

*студент,*

*Санкт-Петербургский государственный  
университет гражданской авиации им. А.А. Новикова,  
РФ, г. Санкт-Петербург*

***Соколов Олег Аркадьевич***

*научный руководитель, канд. техн. наук,*

*Санкт-Петербургский государственный  
университет гражданской авиации им. А.А. Новикова,  
РФ, г. Санкт-Петербург*

Электроника и электротехника играет ключевую роль в авиации. Они занимают важное место в навигации и системах управления полетом, в системах коммуникации, безопасности и аварийного управления. Так как с каждым годом количество авиаперевозок увеличивается, повышаются требования к безопасности и эффективности полетов, а значит разрабатываются новые подходы к конструированию летательных аппаратов, внедряются электронные датчики и оборудование, позволяющие упростить управление и повысить безопасность полета.

В авиации в области электроники и электротехники одной из проблем является обеспечение надежности и безопасности систем, так как ошибка или сбой в работе систем может привести к неблагоприятным последствиям. Помимо этого, в настоящее время на борту самолетов находится множество электронных приборов и систем, которые должны правильно взаимодействовать друг с другом, что является не простой задачей. Одним из перспективных решений этого вопроса является интеграция автономных систем, позволяющая создавать более самостоятельные авиационные системы, которые смогут выполнять задачи без участия пилота.

Также авиационная промышленность стремится улучшить энергоэффективность, то есть системы на борту ВС должны разрабатываться так, чтобы они потребляли минимум энергии, но были высокопроизводительными. С развитием технологий появилась возможность создания электрических самолетов, благодаря которым уменьшатся выбросы вредных веществ в атмосферу, эксплуатационные

расходы и шумовое загрязнение. Также решить данную задачу позволяет использование различных материалов и технологий, например, при применении легких и прочных композитных материалов снижается вес самолет, соответственно улучшается энергоэффективность, а разработка и применение нанoeлектроники может помочь в создании эффективных авиационных систем.

В силу того, что существуют ситуации, при которых использование самолетов и вертолетов или человеческого труда является трудным и менее эффективным, например, мониторинг объектов повышенной опасности или оказание помощи в труднодоступных местах, съемка горной местности, были разработаны беспилотные летательные аппараты. Сейчас активно развивается это направление, БПЛА стали использовать спутниковые системы для передачи и определения точного местоположения.

Связь и коммуникация пилотов между собой и с диспетчером обеспечивает безопасность полетов, системы навигации помогают оптимизировать маршруты и улучшить их эффективность, поэтому данные системы развиваются, чтобы улучшить безопасность маршрутов и авиационных операций, улучшить коммуникацию.

В связи с тем, что электроника и электротехника развиваются, решая различные проблемы в области авиации, возникает необходимость в обучении и подготовке специалистов, которые могли бы разрабатывать, использовать, обслуживать системы, то есть возникает проблема обучения и подготовки персонала. Для этого создаются специальные программы и курсы, которые позволяют повысить профессиональный уровень специалистов.

Развитие электроники и электротехники – это огромные возможности для улучшения различных авиационных систем. Электрические системы самолетов, электрические двигатели, электроника и искусственный интеллект приносят существенные преимущества в области безопасности, эффективности и устойчивости в авиации. При этом это создает и новые вызовы в области подготовки персонала, а также обеспечения безопасности и надежности полетов. Развивать технологий и их внедрение, а также обеспечение качественной подготовки

специалистов позволит открыть новые возможности для совершенствования воздушных перевозок.

### **Список литературы:**

1. Новые технологии авиастроения. – [Электронный ресурс] – режим доступа. – URL: Новые технологии авиастроения – Новости – Глобальные технологические тренды. Информационный бюллетень – Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» (hse.ru) (01.05.2024).
2. Электричество и электроника в авиации: технологии будущего и их влияние. – [Электронный ресурс] – режим доступа. – URL: Электричество и электроника в авиации: технологии будущего и их влияние | Selektro.technika | Дзен (dzen.ru).
3. Электроника и электротехника в авиации: роль, применение и перспективы развития. – [Электронный ресурс] – режим доступа. – URL: Электроника и электротехника в авиации: роль, применение и перспективы развития (nauchniestati.ru) (01.05.2024).

## ЭЛЕКТРОНИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА В АВИАЦИИ

**Шушкова Ирина Вячеславовна**

*студент,*

*Санкт-Петербургский государственный  
университет гражданской авиации им. А.А. Новикова,  
РФ, г. Санкт-Петербург*

**Соколов Олег Аркадьевич**

*научный руководитель, канд. техн. наук,*

*Санкт-Петербургский государственный  
университет гражданской авиации им. А.А. Новикова,  
РФ, г. Санкт-Петербург*

Электроника и электротехника занимают важное место в авиационной промышленности, обеспечивая безопасность, надежность и эффективность полетов воздушных судов. Одна из главных функций – это обеспечение электропитания для систем и устройств на борту, то есть генерация и распределение электрической энергии, также важное место электроника и электротехника занимает в системах управления и навигации, обеспечивая определение местоположения и контролируя системы самолета. За счет использования электронных систем коммуникации и связи при выполнении полетов на борту возможна двухсторонняя радиосвязь пилота и диспетчера. Помимо этого на приборной панели установлено не мало датчиков, которые срабатывают в случае аварийных ситуаций, что позволит предотвратить катастрофы и вовремя устранить неисправности.

Электроника и электротехника включают в себя множество компонентов и систем, выполняющих различные функции в авиации. Основными являются:

Авионика – система электронных приборов и устройств, служащих для управления и контроля работы самолета. В нее входят приборы для навигации, коммуникации, управления двигателем и другие. Она необходима для обеспечения пилотов информацией о местоположении воздушного судна, состоянии систем и окружающей среде.

Электропитание – система обеспечения электрической энергией, которая необходима для работы всех электрических и электронных систем на борту самолета. Ее составляющими являются генераторы, аккумуляторы, распределительные

системы, преобразователи. Благодаря электропитанию обеспечивается надежность и стабильность питания систем самолета, что очень важно для систем аварийного оповещения, систем безопасности, связи и других устройств.

Коммуникационные системы включают в себя радиосвязь, сотовую и спутниковую связи, радионавигацию и другие системы. Благодаря ей возможна связь самолета с наземными станциями, связь пилотов между собой, что позволяет передавать данные и информацию (о погоде, местоположении, плане полета) необходимую для безопасности полета.

Системы навигации предназначены для определения положения самолета и следования по заданному маршруту. В них входят инерциальные навигационные системы, GPS, радионавигационные системы и различные приборы. Они обеспечивают точность и надежность пилотирования, помогают выбрать оптимальный маршрут и избегать опасных областей.

Важным компонентом электроники и электротехники являются системы управления полетом. Благодаря им задача управления самолетом значительно облегчается, так как обеспечивается стабильность и точность, а это позволяет пилотам уделить большее внимание другим задачам и повышает безопасность. К данным системам относятся автопилоты, системы стабилизации и другие.

Системы безопасности состоят из различных датчиков, контроллеров и других компонентов, позволяющих вести мониторинг и контроль различных параметров. Они обнаруживают и предотвращают аварийные ситуации, такие как: утечка топлива, потеря давления, опасное сближение и другие. К ним можно отнести системы пожаротушения, бортовую систему предупреждения столкновений, систему раннего предупреждения приближения земли, систему питания кислородом и другие.

В силу того, что электроника и электротехника занимают важное место в обеспечении безопасности полетов и надежности систем, к составляющим предъявляют строгие требования. Системы должны быть высоконадежными и устойчивыми к внешним воздействиям, то есть работать без сбоев и отказов в любых условиях, будь то низкие температуры, электромагнитные помехи и

удары. Помимо того они должны быть созданы согласно международным стандартам и нормам, чтобы обеспечивалось взаимодействие систем между собой. Так как к эксплуатации воздушных судов предъявляются требования к энергоэффективности, то электроника должна им соответствовать, то есть должна быть оптимизирована для минимального потребления энергии. Еще одним критерием является легкость обслуживания и ремонта, это необходимо для того, чтобы в случае поломки или сбоя в работе, быстро устранить неисправность, тем самым минимизируя простой воздушного судна.

Таким образом, электроника и электротехника является неотъемлемой частью авиационной промышленности. Благодаря ей обеспечивается надежность, безопасность и эффективность работы различных систем и полетов в целом. Для этого компоненты и системы должны соответствовать различным критериям, а также постоянно развиваться, чтобы соответствовать растущим требованиям.

### **Список литературы:**

1. Новые технологии авиационной техники. – [Электронный ресурс] – режим доступа. – URL: Новые технологии авиационной техники – Новости – Глобальные технологические тренды. Информационный бюллетень – Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» (hse.ru) (07.04.2024).
2. Электроника и электротехника в авиации: роль, применение и перспективы развития. – [Электронный ресурс] – режим доступа. – URL: Электроника и электротехника в авиации: роль, применение и перспективы развития (nauchniestati.ru) (07.04.2024).

## СЕКЦИЯ 2.

### ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМОВ ТЕЛ ВРАЩЕНИЯ ВОКРУГ ОСИ ОРДИНАТ С ПОМОЩЬЮ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ОБОЛОЧЕК

*Асанова Арайлым Айбеккызы*

*студент,*

*Кызылординский университет имени Коркыт Ата,*

*Республика Казахстан, г. Кызылорда*

*Дильман Торейбай Бимаганбетулы*

*научный руководитель,*

*канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры*

*математики и прикладной механики,*

*Кызылординский университет имени Коркыт Ата,*

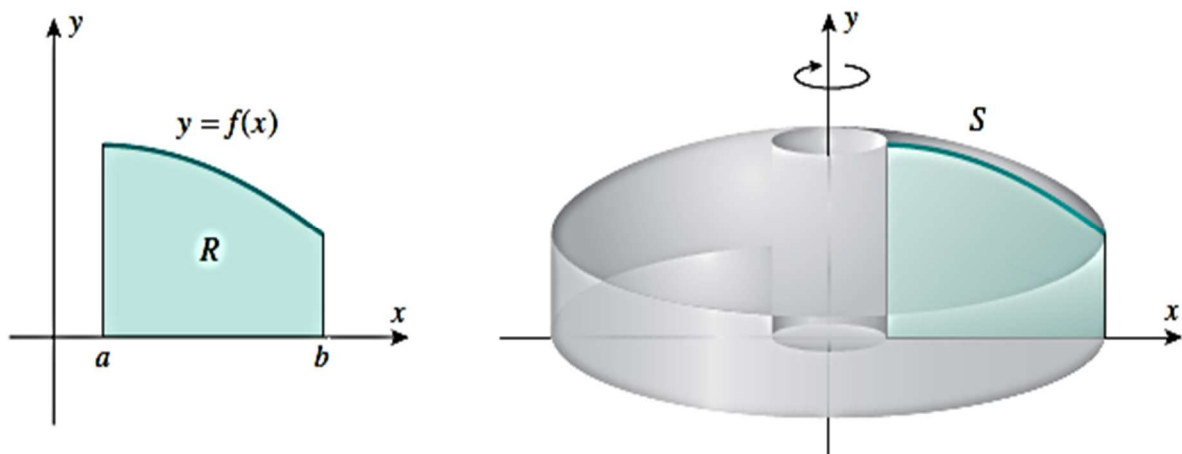
*Республика Казахстан, г. Кызылорда*

**Аннотация.** Статья направлена на изучение способов вычисления объемов тел вращения плоских фигур вокруг оси ординат. Объемы тел вращения, как известно, вычисляются с применением двойного или тройного интегралов. В данной статье предлагается вычислить объем тела вращения вокруг оси ординат лишь с помощью определенного интеграла.

**Ключевые слова:** объем тела вращения; цилиндрические оболочки; кратный и определенный интегралы.

**Актуальность** исследования заключается в насущной необходимости определения объемов тел вращения плоских фигур вокруг оси ординат. Целью исследования является изучение наиболее экономичного метода вычисления объемов.

Пусть  $R$  – область, ограниченная сверху графиком функции  $y = f(x)$ , снизу осью  $Ox$ , с двух сторон прямыми  $x = a$ ,  $x = b$ . Требуется определить объем  $V$  тела вращения  $S$ , получаемого вращением области  $R$  вокруг оси  $Oy$ .



**Рисунок 1. Область  $R$  и тело вращения этой области вокруг оси  $Oy$**

Объем тела, получающегося при вращении области  $R$  вокруг оси  $Ox$ , вычисляется с помощью определенного интеграла [1-3]:

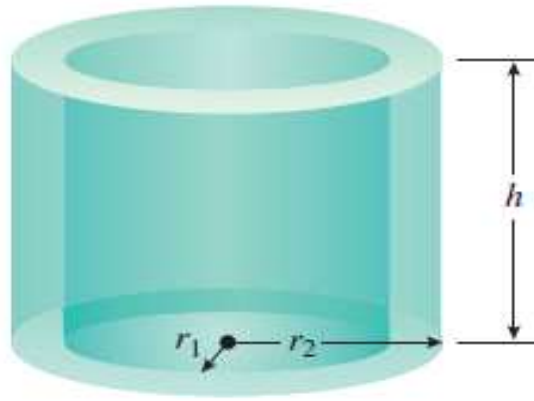
$$V = \pi \int_a^b f^2(x) dx.$$

Объем тела, получающегося при вращении области  $R$  вокруг оси  $Oy$ , вычисляется с помощью кратных интегралов [1-3] и определенного интеграла [4]:

$$V = 2\pi \int_a^b xf(x) dx. \quad (1)$$

Цилиндрическая оболочка – это твердое тело, окруженное двумя концентрическими правильными круглыми цилиндрами.



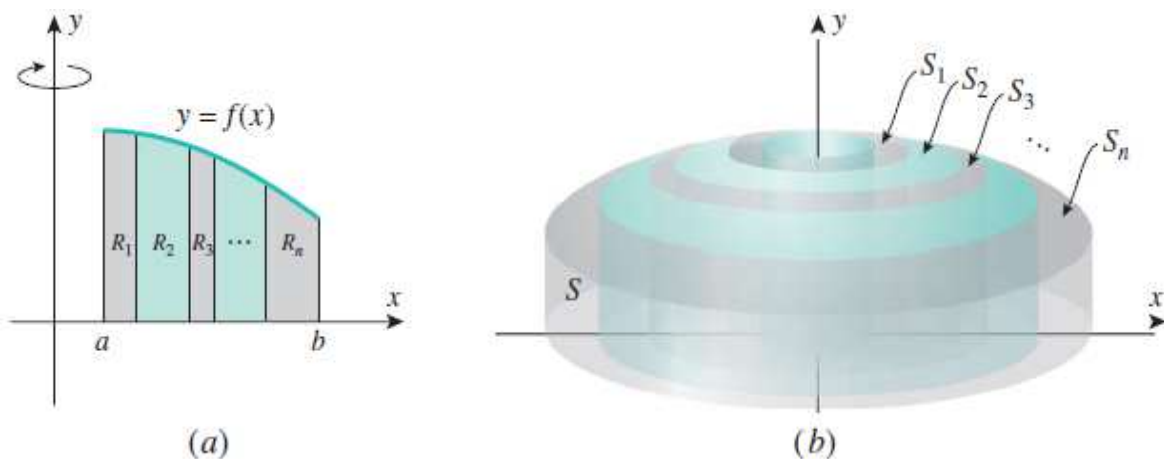


**Рисунок 2. Цилиндрическая оболочка**

Как известно, объем цилиндрической оболочки с внутренним радиусом  $r_1$  и внешним радиусом  $r_2$  и высотой  $h$  вычисляется так

$$V = [\text{площадь поперечного сечения}] \cdot [\text{высота}] = (\pi r_2^2 - \pi r_1^2)h = \\ = \pi(r_2^2 - r_1^2)h = \pi(r_2 + r_1)(r_2 - r_1)h = 2\pi \left[ \frac{1}{2}(r_2 + r_1) \right] h(r_2 - r_1).$$

Основная идея определения указанного объема состоит в разделении отрезка  $[a, b]$  на  $n$  внутренних интервалов. Тогда область  $R$  делится соответственно на следующие  $n$  полос:  $R_1, R_2, \dots, R_n$ . При вращении области  $R$  вокруг оси  $Oy$  эти полосы образуют трубообразные тела  $S_1, S_2, \dots, S_n$ , лежащие одна внутри другой и все они вместе образуют тело  $S$ .

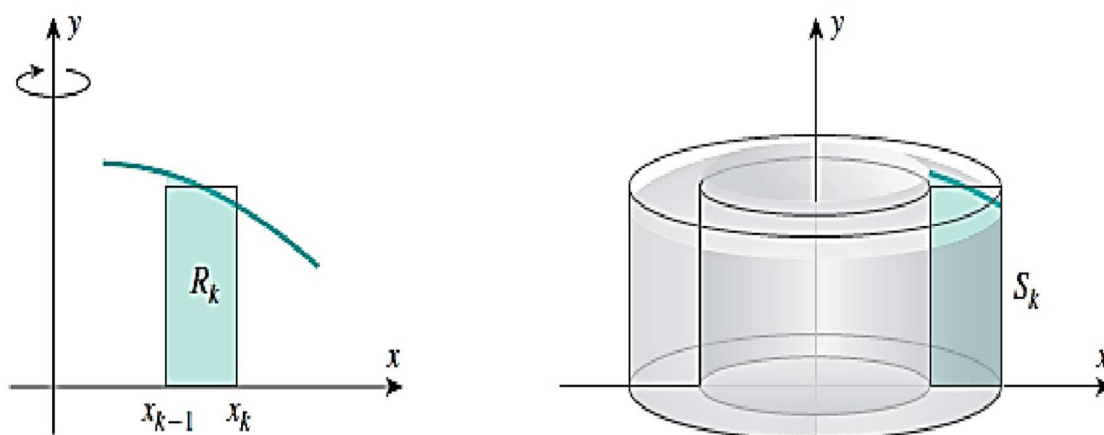


**Рисунок 3. Тела вращений полос области  $R$  вокруг оси  $Oy$**

Объем тела вращения  $V$  определяется сложением объемов трубообразных твердых тел  $S_1, S_2, \dots, S_n$ :

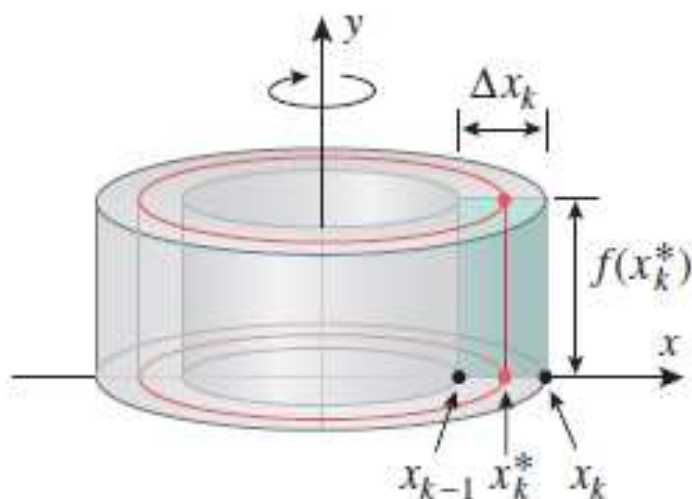
$$V = V(S_1) + V(S_2) + \dots + V(S_n).$$

Обычно внешние поверхности этих трубообразных тел  $S_i$  ( $i = \overline{1, n}$ ) сильно изогнуты и поэтому не существуют простых формул для определения объемов  $V(S_i)$  ( $i = \overline{1, n}$ ). Если же полосы достаточно тонкие, то можно аппроксимировать каждую полосу прямоугольником. При вращении каждой полосы вокруг оси  $Oy$  образуется цилиндрическая оболочка и ее объем приблизительно равен объему трубы, образованной прямоугольником.



**Рисунок 4. Аппроксимация полосы области  $R$  прямоугольником**

Складывая объемы цилиндрических оболочек определяют сумму Римана, которая аппроксимирует искомый объем  $V$ , и вычисляя предел сумм Римана получают интеграл, который точно вычисляет значение объема  $V$ . Для осуществления данной идеи считают, что  $k$ -тая полоса тянется от точки  $x_{k-1}$  до точки  $x_k$ , а ширина такой полосы равна  $\Delta x_k = x_k - x_{k-1}$ . Пусть  $x_k^*$  - средняя точка отрезка  $[x_{k-1}, x_k]$ . При вращении прямоугольника с высотой  $f(x_k^*)$  вокруг оси  $Oy$  образуется цилиндрическая оболочка со средним радиусом  $x_k^*$ , с толщиной  $\Delta x_k$  и высотой  $f(x_k^*)$ .



**Рисунок 5. Образование цилиндрической оболочки**

Объем  $V_k$  частной цилиндрической оболочки определяется формулой:

$$V_k = 2\pi x_k^* f(x_k^*) \Delta x_k.$$

Сложив объемы всех  $n$  цилиндрических оболочек, получим следующую сумму Римана, которая аппроксимирует объем  $V$  тела вращения:

$$V \approx \sum_{k=1}^n 2\pi x_k^* f(x_k^*) \Delta x_k.$$

Если перейти к пределу при неограниченном *увеличении* числа интервалов  $n$  и *уменьшении* ширины всех интервалов до нуля, то получится определенный ин-теграл:

$$V = \lim_{\max \Delta x_k \rightarrow 0} \sum_{k=1}^n 2\pi x_k^* f(x_k^*) \Delta x_k = 2\pi \int_a^b x f(x) dx.$$

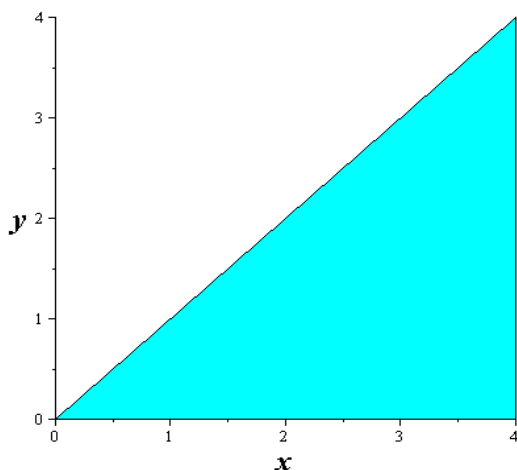
**Заключение.** Объем  $V$  тела, которое получается при вращении области  $R$  вокруг оси  $Oy$ , вычисляется с помощью определенного интеграла (1) [4, с. 434].

Далее, на примерах 1-5 показывается экономичность вычисления объемов тел вращения вокруг оси ординат помощью формулы (1).

**Пример 1.** С помощью цилиндрических оболочек определите объем тела, которое получается при вращении области, ограниченной заданными прямыми  $y = x$ ,  $y = 0$ ,  $x = 4$ , вокруг оси  $Oy$ .

**Решение.** Объем тела вращения вычисляется формулой (1):

$$V = 2\pi \int_0^4 x \cdot x \, dx = 2\pi \int_0^4 x^2 \, dx = 2\pi \frac{x^3}{3} \Big|_0^4 = \frac{128\pi}{3}. \quad (2)$$



**Рисунок 6.** Треугольная область для вращения вокруг оси  $Oy$ .

**Проверка.**  $V = V_1 - V_2$ , где  $V_1$  – объем цилиндра с радиусом  $r = 4$  круга основания и высотой  $h = 4$ ,  $V_2$  – объем конуса, находящегося внутри данного цилиндра, с радиусом  $r = 4$  круга основания и высотой  $h = 4$ . Тогда *объем цилиндра*

$$V_1 = \pi r^2 h = \left| \begin{array}{l} r = 4 \\ h = 4 \end{array} \right| = 64\pi$$

и *объем конуса*

$$V_2 = \frac{1}{3}\pi R^2 h = \frac{1}{3}\pi 4^2 4 = \frac{64\pi}{3}$$

или

$$V_2 = \int_0^4 \pi g^2(y) dy = \left| \begin{array}{l} y = f(x) = x \\ x = g(y) = y \end{array} \right| = \pi \int_0^4 y^2 dy = \pi \frac{y^3}{3} \Big|_0^4 = \frac{64\pi}{3}.$$

Поэтому искомый объем тела вращения

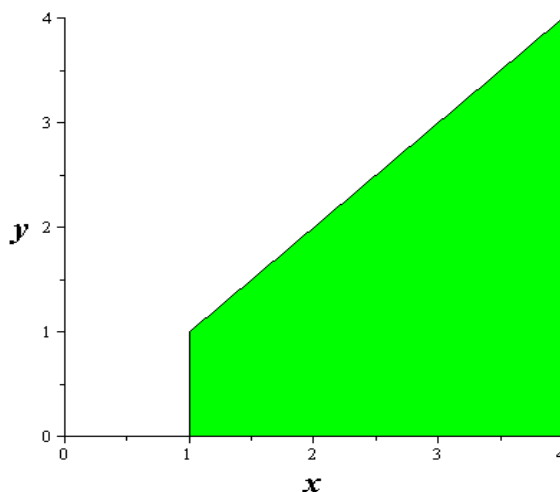
$$V = V_1 - V_2 = 64\pi - \frac{64\pi}{3} = \frac{128\pi}{3},$$

т.е. результат (2), найденный с помощью цилиндрических оболочек, верен.

**Пример 2.** Определите с помощью цилиндрических оболочек объем тела вращения, получающегося вращением плоской области, ограниченной прямыми  $y = x$ ,  $y = 0$ ,  $x = 1$ ,  $x = 4$ , вокруг оси  $Oy$ .

**Решение.** Объем такого тела вращения можно вычислить формулой (1):

$$V = 2\pi \int_1^4 x \cdot x dx = 2\pi \int_1^4 x^2 dx = 2\pi \frac{x^3}{3} \Big|_1^4 = 2\pi \frac{63}{3} = 42\pi. \quad (3)$$



**Рисунок 7.** Трапециодальная область для вращения вокруг оси  $Oy$ .

**Проверка.**  $V = V_1 - (V_2 + V_3)$ , где  $V_1$  – объем цилиндра с радиусом круга основания и высотой  $h = 4$ ,  $V_2$  – объем усеченного конуса внутри цилиндра с радиусами кругов основания  $r = 4$ ,  $r = 1$  и высотой  $h = 3$ ,  $V_3$  – объем внутреннего цилиндра с радиусом основания  $r = 1$  и высотой  $h = 1$ . Следовательно, *объем цилиндра*

$$V_1 = \pi r^2 h = \left| \begin{array}{l} r = 4 \\ h = 4 \end{array} \right| = 64\pi,$$

*объем усеченного конуса*

$$V_2 = \frac{1}{3}\pi(R^2 + Rr + r^2)h = \frac{1}{3}\pi(4^2 + 4 \cdot 1 + 1^2)3 = 21\pi$$

или

$$V_2 = \int_1^4 \pi g^2(y) dy = \left| \begin{array}{l} y = f(x) = x \\ x = g(y) = y \end{array} \right| = \pi \int_1^4 y^2 dy = \pi \frac{y^3}{3} \Big|_1^4 = \frac{63\pi}{3} = 21\pi$$

и *объем внутреннего цилиндра*

$$V_3 = \pi r^2 h = \left| \begin{array}{l} r = 1 \\ h = 1 \end{array} \right| = \pi.$$

Поэтому *объем тела вращения*

$$V = V_1 - (V_2 + V_3) = 64\pi - (21\pi + \pi) = 64\pi - 22\pi = 42\pi,$$

то есть результат (3), найденный с помощью цилиндрических оболочек, верен.

**Пример 3.** Определите с помощью цилиндрических оболочек объем тела вращения области, ограниченной кривой  $y = \sqrt{x}$  и прямыми  $x = 0$ ,  $x = 4$  (см. рис. 8а).

**Решение.** Объем тела вращения вычисляется формулой (1):

$$V = \int_0^4 2\pi x \sqrt{x} dx = 2\pi \int_0^4 x^{\frac{3}{2}} dx = \frac{4\pi}{5} x^{\frac{5}{2}} \Big|_0^4 = \frac{4\pi}{5} (32 - 0) = \frac{128\pi}{5}. \quad (4)$$

**Проверка.**  $V = V_1 - V_2$ , где  $V_1$  – объем цилиндра с радиусом  $r = 4$  и высотой  $h = 2$ ,  $V_2$  – объем внутреннего конусообразного тела с радиусом  $r = 4$  круга основания сол и высотой  $h = 4$ . Следовательно, *объем цилиндра*

$$V_1 = \pi r^2 h = \left| \begin{matrix} r = 4 \\ h = 2 \end{matrix} \right| = 32\pi$$

*и объем конусообразного тела*

$$V_2 = \int_0^2 \pi g(y)^2 dy = \pi \int_0^2 y^4 dy = \pi \frac{y^5}{5} \Big|_0^2 = \frac{32\pi}{5}.$$

Поэтому *объем тела вращения*

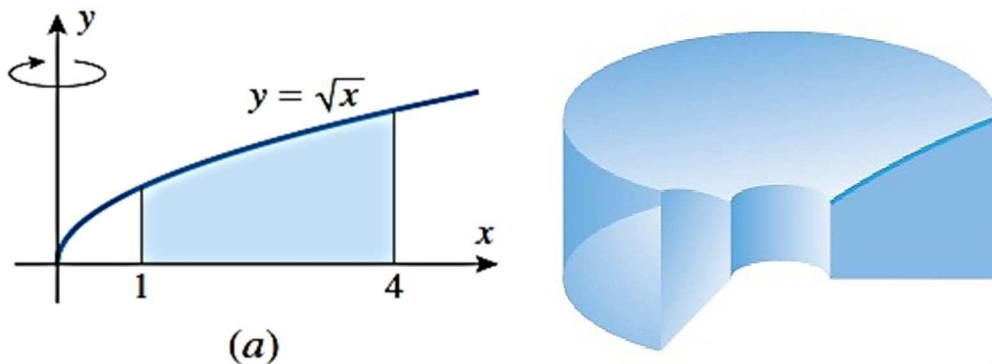
$$V = V_1 - V_2 = 32\pi - \frac{32\pi}{5} = \frac{128\pi}{5},$$

то есть результат (4), найденный с помощью цилиндрических оболочек, верен.

**Пример 4.** Определите с помощью цилиндрических оболочек объем тела вращения области, ограниченной кривой  $y = \sqrt{x}$  и прямыми  $x = 1$ ,  $x = 4$ , вокруг оси  $Oy$ .

**Решение.** Объем тела вращения вычисляется формулой (2):

$$V = 2\pi \int_1^4 x\sqrt{x} dx = 2\pi \int_1^4 x^{\frac{3}{2}} dx = \frac{4\pi}{5} x^{\frac{5}{2}} \Big|_1^4 = \frac{4\pi}{5} (32 - 1) = \frac{124\pi}{5}. \quad (5)$$



**Рисунок 8. Параболическая область для вращения вокруг оси  $Oy$**

**Проверка.**  $V = V_1 - (V_2 + V_3)$ , где  $V_1$  – объем цилиндра с радиусом  $r = 4$  круга основания и высотой  $h = 2$ ,  $V_2$  – объем внутреннего конусообразного тела с радиусом  $r = 4$  круга основания и высотой  $h = 4$ ,  $V_3$  – объем внутреннего цилиндра с радиусом  $r = 1$  круга основания и высотой  $h = 1$ . Объем цилиндра

$$V_1 = \pi r^2 h = \left| \begin{matrix} r = 4 \\ h = 2 \end{matrix} \right| = 32\pi,$$

объем усеченного конусообразного тела

$$V_2 = \int_1^2 \pi g^2(y) dy = \left| \begin{matrix} y = f(x) = \sqrt{x} \\ x = g(y) = y^2 \end{matrix} \right| = \pi \int_1^2 y^4 dy = \pi \frac{y^5}{5} \Big|_1^2 = \frac{31\pi}{5}$$

и объем внутреннего цилиндра

$$V_3 = \pi r^2 h = \left| \begin{matrix} r = 1 \\ h = 1 \end{matrix} \right| = \pi.$$

Поэтому объем тела вращения



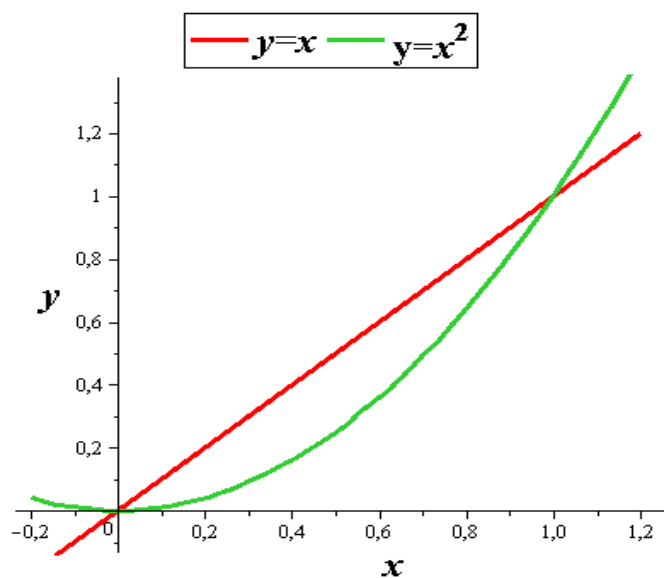
$$V = V_1 - (V_2 + V_3) = 32\pi - \left(\frac{31\pi}{5} + \pi\right) = \frac{124\pi}{5},$$

то есть результат (5), найденный с помощью цилиндрических оболочек, верен.

**Пример 5.** Определите с помощью цилиндрических оболочек объем тела вращения фигуры, ограниченной прямой  $y = x$  и кривой  $y = x^2$ , вокруг оси  $Oy$ .

**Решение.** Объем тела вращения вычисляется формулой (1):

$$V = 2\pi \int_0^1 x \cdot x dx - 2\pi \int_0^1 x \cdot x^2 dx = \frac{2\pi}{3} - \frac{\pi}{2} = \frac{\pi}{6}.$$



*Рисунок 9. Лепестковая область для вращения вокруг оси  $Oy$*

### Список литературы:

1. Жәутіков О.А. Математикалық анализ курсы. Алматы, 2014. – 832 б.
2. Ибрашев Х.И., Еркеғұлов Ш.Т. Математикалық анализ курсы. Алматы, 2014. 1-т. (600 б.), 2-т. (561 б.).
2. Фихтенгольц Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. Москва, 2003. 1-т. (680 с.), 2-т. (864 с.), 3-т. (662 с.).
3. Howard A., Bivens I., Davis S. Calculus early transcendentals. Singapore, 2013. – 1316 p.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИНЦИПОВ ПОСТРОЕНИЯ И СТРУКТУР ИНТЕГРАЛЬНО-ОПТИЧЕСКИХ ЛОГИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ

***Полютова Ольга Евгеньевна***

*магистрант,  
ФГБОУ Кубанский государственный университет,  
РФ, г. Краснодар*

***Векшин Михаил Михайлович***

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

## INVESTIGATION OF THE OPERATION PRINCIPLES AND STRUCTURES OF OPTICAL LOGIC DEVICES

***Olga Polyutova***

*Master's student,  
Kuban State University,  
Russia, Krasnodar*

***Michail Vekshin***

*Scientific adviser,  
Professor,  
Kuban State University,  
Russia, Krasnodar*

**Аннотация:** в статье рассмотрены современные решения в области интегрально-оптических логических элементов, проанализированы их достоинства и недостатки и оценены перспективы их применения.

**Abstract:** Modern solutions in the field of integrated-optical logic elements are considered, advantages and disadvantages are analyzed and the prospects for their application are evaluated.

**Ключевые слова:** логический оптический элемент, интегральная оптика, поверхностные плазмоны, электрооптический эффект, интерферометр Маха-Цендера.

**Keywords:** logic optical element, integrated optics, surface plasmons, electro-optic effect, Mach-Zehnder interferometer.

Уже несколько десятков лет интегральная оптика пытается заменить полупроводниковые микросхемы. Эта идея стала фундаментом большого количества исследовательских программ в нашей стране и за рубежом. В настоящей статье рассмотрим современные интегрально-оптические логические элементы, а также оценим перспективы их применения.

На рисунке 1 представлена таблица с краткой классификацией интегрально-оптических логических устройств.

Оптические логические элементы			
Элементы с оптическими операндами		Элементы с электрическими операндами	
линейные		нелинейные	
классические	квантовые	классические	квантовые

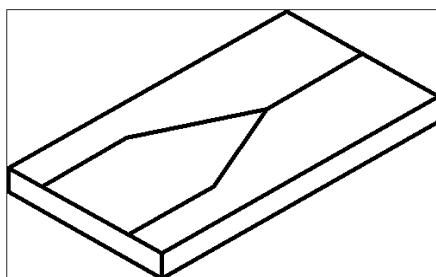
*Рисунок 1. Классификация интегрально-оптических логических элементов*

Отличаются логические элементы между собой оптическими средами, в которые интегрированы волноводные структуры, а также тем, какие явления лежат в основе работы с преобразованием оптического сигнала. В рамках данной статьи рассмотрим интегрально-оптические линейные логические элементы с оптическими входами и интегрально-оптические логические элементы с электрическими операндами.

Многие современные разработки оптических линейных логических элементов основаны на волноводных Y-разветвителях. Y-разветвитель работает как устройство с двумя входами и одним выходом, то есть он является объединителем входных сигналов. В основе работы линейных оптических устройств лежит, во-первых, интерференция входящих сигналов в области объединения, то есть в области схождения каналов в Y-разветвителе, и во-вторых, предполагается, что среды, образующие волноводную структуру, не обладают нелинейно-оптическими свойствами. В результате такой интерференции амплитуды входных сигнала-

лов складываются или вычитаются. Это происходит благодаря сдвигу фаз между волнами. Далее рассмотрим, какие конфигурации волноводов используются, а также какие существуют технические решения на их основе.

На рисунке 2 представлен объединитель сигналов Y-типа, с двумя входами для когерентных сигналов с дискретными уровнями, над которыми проводится операция, областью взаимодействия и выходом, откуда поступает сигнал, соответствующий по уровню мощности логическому нулю («0») или логической единице («1»).

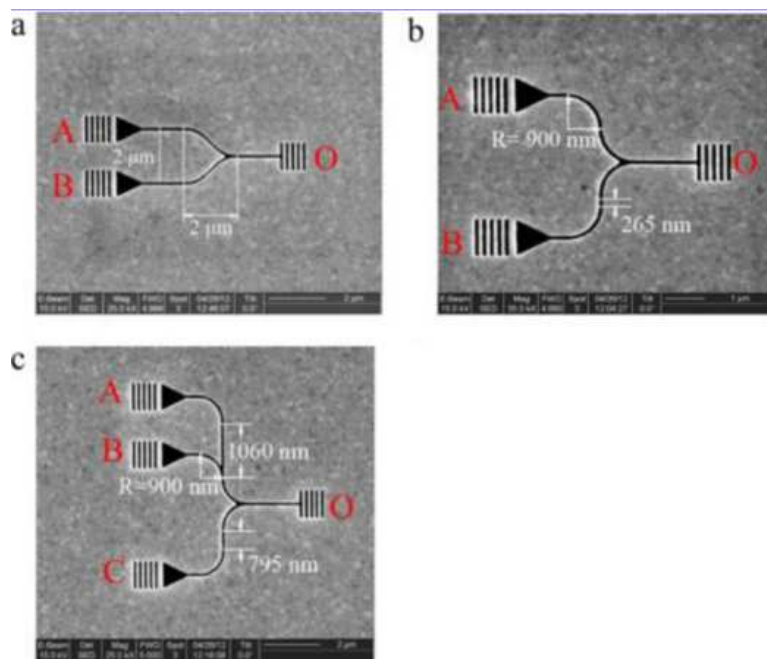


*Рисунок 2. Волноводный объединитель Y-типа*

Данное простое устройство может работать в режиме логического элемента “И” (“AND”) или элемента “ИЛИ” (“OR”), в зависимости от того, какой уровень оптической мощности на выходе схемы считать за логическую единицу. Входные сигналы должны быть синфазными. Элемент “AND” должен иметь уровень логической единицы на выходе, равным сумме входных мощностей комбинации “1+1”. А для элемента “OR” этот порог (минимальное значение) уровня логической единицы (“1”) на выходе должен быть равным уровню “1” на входе.

На рисунке 3 представлены оптические линейные логические элементы различных типов на основе субмикронных плазмонных структур с применением Y-разветвителей и на основе принципа действия, описанного выше [1]. Такие устройства изготавливают наноразмерным травлением канавок (щелей) в золотой пленке, нанесенной на стекло. В таких волноводах щелевого типа может канализоваться оптическое излучение за счет возбуждения поверхностных плазмонов на границах щели с металлом. Непосредственно перед входами и после выхода

логических элементов в волноводах сформированы дифракционные решетки для ввода и вывода излучения. Лазерный луч с длиной волны 830 нм возбуждает SPP-моды на основе поверхностных плазмонов, которые в определенных местах волноводной структуры интерферируют между собой.



**Рисунок 3. Логические элементы на плазмонных волноводных структурах:**  
**a) “OR” b) “NOT” c) “XNOR”**

В элементе “ИЛИ” (“OR”) используется симметричная волноводная структура. Она показана на рисунке 3(a). Как было сказано выше, определяется уровень логической единицы для выходного порта этого элемента, порог (минимальное значение) этой величины должен быть равен уровню логической единицы («1») входного сигнала.

Если лишь на один из входов подается логическая единица («1»), то есть подается комбинация (0,1) или (1,0), то на выходе также будет логическая единица («1»). Если же подается комбинация (1,1), то возникает конструктивная интерференция, и на выходе также получается логическая единица («1»). Этот же элемент будет работать в режиме логической функции “И” (‘AND’) с изменением уровня сигнала логической единицы на выходе, как было указано выше.

На рисунке 3(b) показан логический элемент инверсии “NOT” с дополнительным управляющим входом. Функционировать этот логический элемент, как элемент инверсии, должен по следующему правилу. Если на вход  $A$  подается сигнал логической единицы («1»), то на выходе должен получиться логический ноль («0»), а если на  $A$  присутствует сигнал «0», то на выходе должна быть логическая единица - «1».

Реализуется эта функция в этом интегрально-оптическом элементе следующим образом. Вход  $A$  служит для данных, а вход  $B$  для опорного сигнала, на который всегда подается излучение, когерентное и находящееся в противофазе по отношению к сигналу входа  $A$  операнда логической функции. В таком случае при отсутствии сигнала на входе  $A$ , на выходе будет присутствовать логическая единица («1»). Если же на  $A$  подается сигнал логической единицы, за счет деструктивной интерференции обеих волн выходное излучение будет близко к нулю по мощности. Сделать такой элемент можно асимметричной конфигурацией  $Y$ -разветвителя для того, чтобы обеспечить разницу оптического пути между каналами  $A$  и  $B$  такой, чтобы она соответствовала сдвигу фаз 180 градусов между направленными волнами в каналах. На длине волны оптического излучения 850 нм с применяемыми материалами для изготовления такой нанооптической схемы этот сдвиг соответствует разности длин входных волноводных сегментов разветвителя, равной 265 нм.

Подобно логическому элементу “OR” может быть создан элемент “Исключающее ИЛИ” (“XOR”). Различие между ними будет состоять в том, что формируется волноводная структура  $Y$ -объединителя сигналов, с оптической разностью хода волн во входных волноводах, соответствующая сдвигу фаз 180 градусов между волнами. То есть один волновод должен быть немного длиннее другого. В этом случае подача двух сигналов с уровнем логической единицы приведет к деструктивной интерференции и, соответственно, на выходе схемы будет сигнал с уровнем логического нуля. Уровень логической единицы в этом элементе определяется так же, как для логического элемента “OR”. Соответственно,

остальные комбинации сигналов на входе (“1+0”, “0+1”, “0+0”) будут такие же, как и для элемента “OR”.

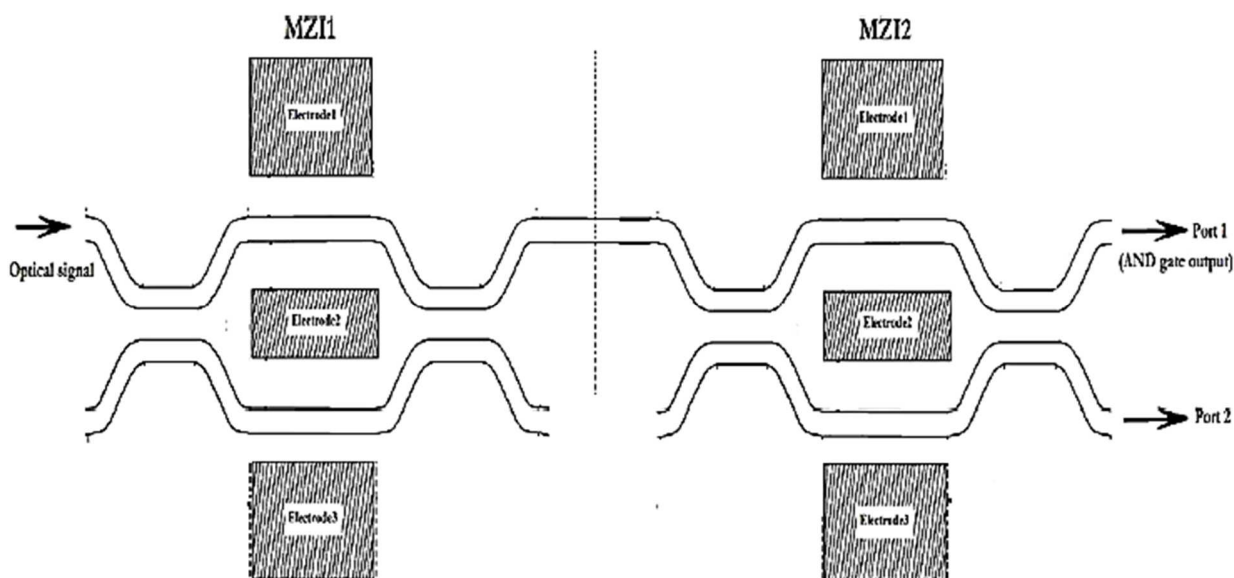
Для элемента “XNOR” (“Исключающее ИЛИ с инверсией”) к предыдущей схеме элемента “XOR” добавляется еще один вход, инвертирующий результат операции “XOR”, как в схеме логического элемента инверсии. Схема этого логического элемента показана на рисунке 3(с). Организация полностью деструктивной интерференции для мод SPP достигается при разнице в длине оптического пути между волноводами В и С 795 нм, а между волноводами А и С - 265 нм на длине волны 850 нм [1].

В логических волноводных устройствах с электрическими операндами, как и в линейных логических элементах, тоже используется явление интерференции оптических направленных волн в волноводных структурах, однако совершенно иначе, чем было описано выше [2]. Само управление производится за счет электрических сигналов и использования эффекта Погкельса (реже – эффекта Керра) в электрооптических кристаллах. Посредством применения электрооптического эффекта можно изменять показатель преломления среды путем прикладывания электрического поля к кристаллам такого типа. В частности, широко применяется кристалл ниобата лития.

Также может применяться не электрооптическое управление, а управление за счет аналогичного термооптического эффекта. В любом из этих 2-х случаев, воздействие электрического поля или повышение температуры среды в области, где расположен волновод, приводит к изменению показателя преломления этой области, соответственно, изменению волноводных свойств, и, в конечном счете, к дополнительному изменению фазы направленной волны, распространяющейся в волноводе. Это явление и будет физической основой работы таких оптических логических элементов.

Сама волноводная схема для реализации той или иной логической функции является более сложной, чем рассмотренные выше схемы на основе Y-разветвителей. Рассмотрим логический элемент “И” на основе двух волноводных интер-

ферометров Маха-Цендера с направленными ответвителями для разделения и объединения сигналов в каждом интерферометре (рисунок 4) [2].



**Рисунок 4. Схема интегрально-оптического логического элемента “И” на основе 2-х интерферометров Маха-Цендера [2]**

Как известно, волноводный интерферометр Маха-Цендера с направленными ответвителями используется в фотонике для переключения сигналов в один из 2-х выходных портов при подаче управляющего сигнала на металлические электроды интерферометра. В основе такого переключения – интерференция волн в выходном направленном ответвителе. Волны поступают на оба входа направленного ответвителя с различным сдвигом фаз между собой за счет управляющего электрического сигнала на электродах.

Принцип работы данного логического элемента состоит в следующем. Электрические операнды в данном случае – это (1) – сигнал на электроде №2 первого (по схеме) интерферометра и (2) - сигнал на электроде №2 второго интерферометра. Первый и третий электроды обоих интерферометров являются общим проводом для управляющих электрических сигналов, который подключен к заземлению. Непрерывное оптическое излучение подается на верхний по схеме вход первого интерферометра.



При некотором уровне сигналов на обоих управляющих входах, который соответствует полному переключению оптического излучения в противоположный выходной канал, выходное излучение будет присутствовать только в выходном порту №1 второго интерферометра. Этот уровень сигнала можно принять за логическую единицу. Таким образом, наличие электрических сигналов, соответствующих логической единице одновременно на обоих электрических входах, приводит к уровню логической единицы на оптическом выходе.

Всем остальным комбинациям сигналов на управляющих электрических входах обоих интерферометров (“0+0”, “1+0”, “0+1”) будет соответствовать нулевая мощность оптического сигнала в выходном порту №1 второго интерферометра. Оптическое излучение на выход схемы проходить не будет. Таким образом, данное устройство функционирует как логический элемент “AND”.

Если немного изменить волноводную топологию, соединив нижний по схеме выходной волновод первого интерферометра и нижний входной волновод второго интерферометра, то данное волноводное устройство будет реализовывать другие логические функции – “XOR” и “XNOR” [2]. В этом случае верхний выходной порт второго интерферометра будет выходом для функции “XOR”, а нижний – для функции “XNOR”.

Перспективы применения существуют как у интегрально-оптических линейных логических элементов, так и у электрооптических. Эффективность устройств зависит от типа логических функций, реализуемых ими, и от технологии изготовления, которая должна предусматривать возможность каскадирования для синтеза более сложных логических оптических схем и узлов цифровой обработки информации на их основе.

Технология изготовления простых волноводных схем линейных логических элементов с оптическими операндами на основе интегрально-оптических Y-разветвителей может быть произвольной, что является их преимуществом. Возможности миниатюризации таких элементов определяются возможностями самой технологии. Современные технологии интегральной оптики на основе полупро-

водниковых материалов, в частности технология “Silica-on-insulator” (“Кремний-на-изоляторе”) позволяет создавать логические элементы размером в 3 мкм [3].

Однако каскадирование таких элементов для создания более сложных схем цифровой обработки данных приводит к снижению битового контраста, что существенно ограничивает возможности таких схем. Следует отметить, что в настоящее время разрабатываются способы увеличения этого контраста за счет введения третьего дополнительного входа у логического элемента, на который подается непрерывное излучение, которое тоже участвует в интерференции волн в Y-объединителе сигналов [3].

Плазмонные оптические структуры позволяют еще более уменьшить размеры логических элементов, что является большим их преимуществом. Но у плазмонных линейных структур есть ряд дополнительных недостатков, в дополнении к указанным выше к интегрально-оптическим схем. Во-первых, они сложны и дороги в изготовлении. Производство самих таких схем требует очень дорогостоящего оборудования для формирования элементов наноразмерного масштаба (ширина плазмонного оптического канала щелевого типа - 100-200 нм). Во-вторых, такие устройства трудно интегрировать с полупроводниковыми или диэлектрическими схемами интегральной фотоники (в том числе с лазерами и фотоприемными устройствами) ввиду особенности природы поверхностных плазмонов. В том числе и по этим причинам интегрально-оптические схемы на основе поверхностных плазмонов до сих пор не применяются в промышленности (за исключением биосенсорных устройств).

Электрооптические волноводные логические схемы также обладают достоинствами и недостатками. К большим достоинствам таких схем следует отнести хорошо отработанные технологии их изготовления на основе волноводов в электрооптических кристаллах. Существуют промышленные коммутаторы оптических сигналов, в которые применяются именно рассмотренные выше интерферометры Маха-Цендера на основе направленных ответвителей. Такие коммутаторы используются в современных системах волоконно-оптической оптической связи (ВОЛС). Также на основе таких элементов можно создавать устройства, полезные

для современных ВОЛС, например оптический декодер кода Хемминга [4]. К недостаткам таких устройств следует отнести ограниченную скорость их работы по сравнению с полностью оптическими устройствами.

Таким образом, в результате данной работы были рассмотрены 2 типа интегрально-оптических логических элементов, линейные оптические элементы с оптическими операндами, и электрооптические логические элементы. Подробно исследованы принципы их работы, проанализированы достоинства и недостатки и оценены перспективы использования.

### **Список источников**

1. F. Yulan, H. Xiaoyong. All-Optical Logic Gates Based on Nanoscale Plasmonic Slot Waveguides // *Nano Letters*, 2012, V.12, N 11, P. 5784–5790.
2. A. Kumar, S. Kumar, S. Kumar Raghuwanshi. Implementation of XOR/XNOR and AND logic gates by using Mach-Zehnder interferometers // *Optik*, 2014, V.125, N 19, P. 5764-5767.
3. S. Kita, K. Nozaki, K. Takata. Ultrashort low-loss  $\Psi$  gates for linear optical logic on Si photonics platform // *Communication Physics*, 2020, V.3, P. 1-8.
4. S. Kumar, A. Pal, S. Sharma. Design of Hamming code checker using titanium-diffused lithium niobate-based waveguide // *Fiber and Integrated Optics*, 2019, V.38, N 4, P. 218-235.

## ФИЗИКА В ВИДЕОИГРАХ

**Яковлева Диана Евгеньевна**

*студент,*

*Улан-Удэнский колледж железнодорожного транспорта,*

*РФ, г. Улан-Удэ*

**Татур Елена Стефановна**

*научный руководитель, преподаватель,*

*Улан-Удэнский колледж железнодорожного транспорта,*

*РФ, г. Улан-Удэ*

**Аннотация.** В статье рассматриваются случаи, когда физические явления из реального мира появляются в игре как элементы геймплея или графики.

В настоящее время трудно представить подростка, да и взрослого человека, который ни разу не играл в видеоигру. Но редко кто задумывается, как она работает. Разработка современных компьютерных игр – это довольно сложный процесс. Разработчикам игр приходится постоянно контролировать баланс между физическими и механическими свойствами игровых персонажей. Так как механика и физика в компьютерных играх должны максимально передавать реалистичность всего происходящего. Самое интересное, что физика в компьютерной игре не может соответствовать физике из реальной жизни на 100%.

**Игра зеркальная грань.** Действие игры происходит в антиутопичном городе не очень далёкого будущего. Единственный способ передать сообщение, избежав надзора, – прибегнуть к услугам бегущих, к которым принадлежит и главная героиня игры, Фейт. Техника и движения персонажа были вдохновлены паркуром. Насколько же паркур достоверен в игре? Вертикальные и горизонтальные забеги по стенам вызывают вопросы. Фейт забегает на стену и продолжает движение как ни в чем не бывало! Чтобы выполнить этот трюк, человек, занимающийся паркуром развивает достаточно высокую скорость и в момент возникновения с препятствием останавливается. При этом кинетическая энергия переходит в силу инерции, что позволяет прижаться к стене и, используя трение, придать себе вертикальное ускорение. Его хватает на то, чтобы пройти пару

метров, но в купе с изначальным толчком и вытянутой рукой можно забегать на стены до нескольких метров высотой. Вывод, что такой трюк возможен в реальной жизни, но с должной подготовкой. Теперь падения. Фейт прыгает с опасно большой высоты. И в подавляющем большинстве падений приземляется на твердую поверхность. Что позволяет ей достичь такого результата? Особая техника падения, ключевым элементом которой является перекат. Дело в том, что на нас действует сила Земного притяжения, и без опоры под ногами, стремясь к центру Земли с ускорением  $9,8 \text{ м/с}^2$ , мы можем развить приличные скорости. Падение например с 8 метров высоты (примерно два этажа) позволило бы нам развить скорость около 44 км/ч, а это уже максимальная скорость бега, когда-либо достигнутая человеком. И последствия будут такие же, как если спортсмен на полной скорости впечатался бы в бетонную стену. Такой трюк возможно повторить, если высота не превышает 8 метров, но неподготовленному человеку последствий не избежать.

**Игра Angry Birds** или же злые птицы - всемирно известная игра для смартфонов и планшетов, в которую интересно играть и детям, и взрослым. Цель игры - избавиться от зеленых свинок, тогда вы сможете пройти уровень. Вы должны использовать злых птиц, чтобы уничтожить преграду и свинок. Также где-нибудь слева обязательно должна стоять рогатка, из которой запускаются птицы. Angry Birds почти полностью основана на физике. На геймплей игры влияют такие физические явления, как:

1. Гравитация – это сила, которая действует на каждого обитателя Земли, впрочем, как и на саму Землю, в игре она притягивает объекты и блоки к центру гравитационного поля. В классических уровнях все просто – блоки, объекты и персонажи падают вниз, если их ничего не поддерживает. Но есть эпизоды игры, которые происходят в космосе, и там присутствует гравитационное поле – радиус влияния силы притяжения планеты. Гравитационные поля также являются атмосферой планеты. В игре некоторые объекты помещены в вакуум - пространство, в котором нет никаких веществ, даже воздуха, из-за чего они практически неподвижны. Когда эти объекты из вакуума попадают в гравитационное поле

перпендикулярно центра силы притяжения, то они начнут падать в его направлении, то есть притягиваться к центру поля. Если же предметы или существа попадут параллельно, то они будут сначала вращаться вокруг него, и через какое-то время всё равно попадут в центр.

2. Пар – газообразное состояние воды. Образуется испарением или кипячением. В игре же он изменяет траекторию движения птиц, также может разрушать блоки и другие объекты.

3. Лёд. На ледяной поверхности практически отсутствует сила трения. Если даже немного повредить конструкцию, которая стоит на льду, вся конструкция упадет вниз.

Полёт птицы вызывает ещё больший интерес. Чтобы запустить её точно в цель, нужно правильно рассчитать силу, с которой оттягивают рогатку и угол запуска. В физике есть раздел кинематики “Движение тела, брошенного под углом к горизонту”. Тело сначала равнозамедленно поднимается, а затем равноускорено падает. При этом оно перемещается относительно земли с постоянной скоростью. Именно по такому принципу и происходит полёт птички. В качестве эксперимента я составила и решила задачу, для того чтобы в реальных условиях рассчитать высоту, дальность и время полёта тела, чтобы достичь максимально удачного результата в игре.

1. Условие. Птичка вылетает из рогатки с начальной скоростью 490 м/с по углом 30 градусов к горизонту. Нужно найти высоту, дальность и время полёты птицы, не учитывая сопротивление воздуха.

Решение:

Берём основные формулы проекции начальной скорости на оси координат  $V_{0x}=V_0\cos\alpha$ ,  $V_{0y}=V_0\sin\alpha$

В наивысшей точке подъема скорость вычисляется по формуле  $V_y=V_0\sin\alpha-gt_1$ . Отсюда  $t_1=V_0\sin\alpha/g$

Но т.к. наивысшая точка подъёма это только половина пути и поэтому  $t_1$  это только половина пройденного времени, значит

$$t=2t_1=2V_0\sin\alpha/g=2*490*1/2/9.8=490/9.8=50\text{с}$$

Высоту определим из формулы пути равно замедленного движения

$$h=V_0yt_1-gt_1^2/2$$
 Произведём расчеты и получим  $h=3062.5$  м

Дальность полёта определим по формуле проекции кинематических уравнений на оси координат, а именно на оси  $xS=V_{0x}t=490*50=24500$  м. Также я пробовала сделать вычисления другим способом в формате Excel. Это приводит к тем же самым результатам, а значит и такой способ решения задач возможен. На основе всех вычислений мы можем проследить полёт птицы в игре. Задача решена.

**Заключение.** Физика является необходимым элементом во многих видеоиграх. Она делает графику более реалистичной и приятной глазу, а также необходима и для прохождения этапов. Физика и ее понимание может помочь многим для того, чтобы строить план того, как они будут играть и проходить тот или иной уровень. Физика может дать вам гораздо больше, чем красивые и плавные движения героев, а также анимацию. Некоторые из ведущих разработчиков игр указывают на то, что они обширно используют физику из-за её способности привносить в игры нечто новое.

### Список литературы:

1. Электронный ресурс <http://comput.com.ua/index.php?mag=432> .
2. Электронный ресурс <https://school-science.ru/11/11/46959> .
3. Электронный ресурс <https://www.gamedev.ru/articles/?id=30107> .

*ДЛЯ ЗАМЕТОК*



ТЕХНИЧЕСКИЕ  
И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ.  
СТУДЕНЧЕСКИЙ НАУЧНЫЙ ФОРУМ

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

№ 5 (72)  
Май 2024 г.

В авторской редакции

Издательство «МЦНО»  
123098, г. Москва, ул. Маршала Василевского, дом 5, корпус 1, к. 74  
E-mail: [mail@nauchforum.ru](mailto:mail@nauchforum.ru)

16+

