

Комитет по образованию  
Акционерное общество «Научно-производственное предприятие «Радар ммс»  
Государственное бюджетное нетиповое образовательное учреждение  
«Санкт-Петербургский городской Дворец творчества юных»



*Сборник тезисов работ  
участников секции*

**«Фундаментальные науки»**

*XVII открытой юношеской  
научно-практической конференции*

**«БУДУЩЕЕ СИЛЬНОЙ РОССИИ —  
В ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЯХ»**

*5–7 апреля 2023 года  
Санкт-Петербург*

**Том 10**

Санкт-Петербург  
2023



*Сборник тезисов работ*  
**участников секции**  
**«Фундаментальные науки»**  
*XVII открытой юношеской*  
*научно-практической конференции*  
**«БУДУЩЕЕ СИЛЬНОЙ РОССИИ —**  
**В ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЯХ»**

## **Введение**

Научно-практические конференции как наиболее массовая форма привлечения подростков и юношества к научно-техническому творчеству и исследовательской деятельности начали проводиться в Ленинграде в 1973 году. Одним из важнейших факторов развития страны является развитие кадрового потенциала научных и производственных организаций. Для этого необходим постоянный приток в сферу исследовательской деятельности талантливой молодежи. Мировой и отечественный опыт показывает, что для решения этой проблемы необходима системная работа, предусматривающая раннюю профориентацию и привлечение молодежи, начиная со школьного возраста, к участию в выполнении (в том или ином качестве) реальных исследований и экспериментов.

В 2023 году в Санкт-Петербурге в 17-й раз проводится Открытая юношеская научно-практическая конференция «Будущее сильной России – в высоких технологиях».

О высоком уровне и значимости конференции говорит тот факт, что с каждым годом растет число участников конференции и уровень их подготовки, а также актуальность и практическая значимость представляемых работ, расширяется география участвующих в конференции регионов. В состав жюри ежегодно входят ведущие ученые, инженеры-конструкторы производственных предприятий Санкт-Петербурга и специалисты образовательных учреждений высшего профессионального образования.

Организаторы конференции: Санкт-Петербургский городской Дворец творчества юных, Акционерное общество «Научно-производственное предприятие «Радар ммс», при поддержке Комитета по образованию Санкт-Петербурга, Комитета по промышленной политике, инновациям и торговле Санкт-Петербурга, Комитета Санкт-Петербурга по делам Арктики.

---

## Применение 3D-моделирования для решения стереометрических задач

**Шакина Анна Сергеевна**

ГБОУ гимназия № 628 «Александринская гимназия»

Санкт-Петербург

Научный руководитель **Эрхитуева Светлана Жэмбиевна**

### Аннотация

Зачастую учащиеся старшей школы не способны представить фигуру в пространстве, что усложняет решение задач по стереометрии. В ходе работы было создано пособие по решению задач, а также модель фигуры, позволяющая взглянуть на решение задачи под другим углом. Были разобраны задачи из второй части ЕГЭ.

### Ключевые слова

Сечение, модель, фигура, 3D-моделирование, пособие

### Цель работы

Разработка и создание 3D-моделей, которые помогут ученикам старших классов решать задачи по стереометрии в ходе подготовки к ЕГЭ по математике.

### Введение

Продукт работы поможет учителям математики наглядно объяснять ученикам сложные для понимания, но важные темы. Модели, созданные в ходе выполнения проекта, позволят обучающимся не только взглянуть на реальную объёмную геометрическую фигуру, но и наблюдать её со всех сторон, рассмотреть возможные сечения. Пособие по решению задач прекрасно дополнит модели и поможет ученикам старших классов понять стереометрию.

### Основные тезисы

Стереометрия, или геометрия в пространстве, – это раздел геометрии, изучающий положение, форму, размеры и свойства различных пространственных фигур. 3D-моделирование – это построение модели объекта в трехмерном пространстве. Главный минус двухмерной графики в том, что наброски и чертежи не могут дать полного представления о том, как будет выглядеть объект в реальности. Как следствие, чертежи обычно дополняют макетом, показывающим внешний вид будущего проекта.

Вследствие того, что в школьной программе на изучение стереометрии выделяется всего 2 года обучения, подростки привыкают к тому, что геометрические фигуры ограничиваются одной плоскостью. Во многих случаях они не могут создать в своём воображении рисунок, располагающийся в четырёх или более плоскостях.

В ходе работы составлено пособие по решению стереометрических задач, а также модели конуса. Рассмотрены задачи на построение сечений. Исходя из результатов проведённого опроса, большей части учеников с помощью

моделей, распечатанных на 3D-принтере, стало легче представлять объёмную фигуру, чем с помощью чертежа на бумаге.

### **Заключение, результаты или выводы**

Созданы модели и пособие по решению стереометрических задач. 3D-моделирование действительно помогает в решении стереометрических задач.

### **Список использованной литературы и источников**

1. История стереометрии // Стереометрия: сайт. URL: <https://www.sites.google.com/site/stereometriasaitinf/ucenikam/velikie-ucenye> Смоленск, 2015. (дата обращения: 02.01.2023)2.
2. Основные стереометрические фигуры // «Решутест»: сайт. URL: [https://reshutest.ru/theory/7?theory\\_id=291](https://reshutest.ru/theory/7?theory_id=291). 2023. (дата обращения: 05.01.2023)
3. 3D-моделирование: виды, принципы, инструменты // ООО «GeekBrains»: статья на сайте. URL: <https://gb.ru/blog/3d-modelirovanie/> (дата обращения: 05.01.2023)
4. Трёхмерная графика: технологии будущего на службе настоящего// ООО «GeekBrains»: статья на сайте. URL: <https://gb.ru/blog/trehmernaya-grafika/> (дата обращения: 08.01.2023)

## **Применение функций чувствительности для повышения качества напряжения на электростанции**

**Малютин Лев Сергеевич**

ГБОУ ЦДО «Малая академия наук»

Севастополь

Научные руководители: **Канов Лев Николаевич, Ляшко Елена Тимофеевна**

### **Аннотация**

Проект посвящен актуальной задаче повышения надежности работы электрических станций при изменении нагрузки.

Стабильная работа электростанций часто нарушается при изменении нагрузки. При плавном изменении электрического сопротивления нагрузки на генератор его напряжение может резко увеличиваться или уменьшаться. Это приводит к нарушению работы потребителей электроэнергии. Существующие способы обеспечения безотказной работы электростанций в сети распределенной генерации часто не позволяют добиться устойчивой работы электрогенераторов, особенно при непрерывном изменении нагрузки в динамическом режиме.

Выявление причин появления этой проблемы основано на математической теории чувствительности решений уравнений по отношению к коэффициентам этих уравнений.

## Ключевые слова

Электроэнергетика, теория чувствительности, генераторы, повышение качества напряжения

## Цель работы

Повышение качества напряжения электроснабжения с помощью полностью автоматического метода стабилизации напряжения нагрузки при изменении сопротивления нагрузки на основе теории чувствительности.

## Введение

Одной из актуальных задач современной электроэнергетики является задача стабилизации напряжения электростанций при изменении сопротивления нагрузки потребителями, так как при уменьшении этого сопротивления возрастает ток нагрузки и генераторов, при этом внутри генераторов возникает потеря напряжения. На электростанциях редко используется один генератор. Обычно на нагрузку работают несколько параллельно соединенных генераторов. Это объясняется требованиями надежности электроснабжения, а также желанием получить больше электроэнергии.

## Основные тезисы

Обычно стабилизация напряжения осуществляется регулированием токов возбуждения генераторов. Поэтому у каждого генератора есть «регулирующая» характеристика: зависимость тока возбуждения от тока якоря при постоянном номинальном напряжении и скорости вращения генератора [1]. Эта характеристика показывает, как надо изменять ток возбуждения для того, чтобы при изменении сопротивления нагрузки поддерживать постоянное напряжение на ней.

Характеристика на графике регулировочной характеристики генератора сначала почти прямолинейная, затем изгибается вверх из-за необходимости компенсировать падение напряжения на внутреннем сопротивлении обмотки. Недостатком этого способа стабилизации является необходимость усложнения работы обслуживающего персонала при частых колебаниях сопротивления нагрузки.

Существующие способы обеспечения безотказной работы электростанций в сети распределенной генерации часто не позволяют добиться устойчивой работы электрогенераторов, особенно при непрерывном изменении нагрузки в динамическом режиме.

Автором предложена методика выявления причины нестабильности выходного напряжения электрогенератора на основе построения функций чувствительности напряжения генератора к изменению сопротивления нагрузки. Методика предполагает формирование величин коэффициентов чувствительности решения уравнения генератора при изменении сопротивления нагрузки. Были разработаны формулы зависимости напряжения генератора от сопротивления нагрузки и способ получения функций чувствительности. Применение метода, реализованного в среде MathCad, показало перспективность предложенной методики для решения задачи повышения надежности электроснабжения и улучшения качества генерируемой электроэнергии.

### **Заключение, результаты или выводы**

Практическая значимость работы заключается в применении разработанной методики системы стабилизации напряжения и реальных практических рекомендациях модернизации существующих способов повышения качества генерируемой электроэнергии.

### **Список использованной литературы и источников**

1. Касаткин А.С., Немцов М.В. Электротехника. – М.: изд-во «Высшая школа», 2002. – 542 с.
2. Теория автоматического управления. Часть 1 / Под ред. Нетушила А.В. – М.: изд-во «Высшая школа», 2008. – 424 с.
3. Яворский Б.М., Детлаф А.А. Справочник по физике. – М.: изд-во «Наука», 1990. – 624 с.
4. Петров Ю.П., Петров И.А. Введение в теорию инженерных расчетов, учитывающую вариации параметров исследуемых объектов. – СПб.: БХВ –Петербург, 2014. – 272 с.

## **Повышение надежности технических систем на основе искусственного интеллекта**

**Алёшкин Дмитрий Игоревич**

ГБОУ ЦДО «Малая академия наук»

Севастополь

Научные руководители: **Канов Лев Николаевич, Ляшко Елена Тимофеевна**

### **Аннотация**

Многофункциональность и сложность современных технических систем наряду с их неоценимой важностью в работе всех индустриально-городских процессов требует оперативно анализировать их состояние, и предсказывать возможные аварийные ситуации в целях своевременного их устранения. Нейронные сети наиболее полно и точно удовлетворяют поставленным требованиям, и в современном мире именно этот метод является наиболее эффективным средством анализа и детектирования нештатных ситуаций в технических системах.

### **Ключевые слова**

Каталог типичных аварий, расстояние до ошибки, массив кодов аварий, нейронная сеть, искусственный интеллект

### **Цель работы**

Построение нейронной сети для прогнозирования динамики параметров технической системы и идентификации их аварийных комбинаций, а также расчёта “расстояния” до аварии.

## Введение

К настоящему времени традиционные методы решения сложных технических, экономических задач оказываются малоэффективными. Это касается задач, относящихся к неформализуемым, со сложным или неясным математическим описанием, требующих обработки больших массивов информации, проверки множества решений. Примером может быть математическое моделирование таких систем, как атмосфера, океан, экологическая система, управление в условиях неопределенности, управление большими группами людей, большими базами данных. В сложных, больших технических системах, таких, как электроэнергетические системы, транспортные системы, биологические организмы и сообщества часто происходят сбои в работе и аварии. Поэтому актуальной является задача оперативного распознавания, идентификации аварии для быстрой ее локализации и устранения.

## Основные тезисы

В проекте предлагается построение автоматизированной системы распознавания аварий на основе нейронной сети. После выбора архитектуры нейронной сети экспертами составляется каталог всех аварий, которые могут произойти в системе со всеми их признаками. На основе этого производится обучение сети. В проекте предлагается для этого применение метода прямого поиска минимума функции многих переменных в отличие от обычно применяемого алгоритма обратного распространения ошибки. В проекте впервые предлагается понятие расстояния до аварии и обосновывается его применение для оценки надежности работы исследуемой технической системы.

Предложены методы построения нейронной сети для обработки входных данных с датчиков и последующей их обработки в целях обнаружить аварийные ситуации, способные вывести из строя работу технической системы. Был предложен метод вычисления критического изменения показателей датчиков, которые могут привести к возникновению аварий. Автором предложены методы построения нейронной сети для обработки входных данных с датчиков и последующей их обработки в целях обнаружения аварийных ситуаций, способных вывести из строя работу технической системы.

На основании математической модели трехслойной нейронной сети обоснован выбор и применение алгоритма минимизации функции ошибки настройки нейронной сети; для рассматриваемой задачи выбран алгоритм Хука – Дживса, не требующий вычисления производных.

В ходе испытаний сеть была признана работоспособной, выходной результат соответствовал ожидаемому. Также сеть смогла просчитать и “расстояние” до аварии с достаточной точностью без неверных прогнозов.

## Заключение, результаты или выводы

Перспективными областями для дальнейшей разработки являются сложные технические системы, такие как: электроэнергетические станции, автономные транспортные средства. Также метод может быть применен для анализа динамики социальных систем, таких как: офисы, медицинские комплексы, городские районы. Перспективным направлением также является применение для обучения сети таких алгоритмов, метод обратного рас-



пространения ошибки, а также алгоритм роя частиц, муравьиный алгоритм. Настроенная нейронная сеть способна в текущем времени отслеживать функционирование системы, определять «расстояние» до ближайшей возможной аварии и фиксировать момент и тип происходящей аварии. Это имеет практическое значение для оперативного диспетчера, управляющего системой, так как он может быстро ориентироваться в обстановке и принимать правильные меры для устранения причин аварии. Это может иметь значение, например, при ведении тяжелобольных пациентов в больницах, управлении транспортными средствами.

### **Список использованной литературы и источников**

1. Бенджио И., Гудфеллоу Я., Курвилль А. Глубокое Обучение / Бенджио И., Гудфеллоу Я., Курвилль А. – Изд – во «ДМК – Пресс», 2017. – 656 с.
2. Вьюгин В.В. Математические основы машинного обучения и прогнозирования / Вьюгин В.В. – Изд-во «МЦНМО», 2013. – 391 с.
3. Оссовский С. Нейронные сети для обработки информации / С. Оссовский. – М.: Финансы и статистика, 2004. – 344 с.
4. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы. –М.: Горячая линия– Телеком, 2006. – 452 с.
5. Ясницкий Л.Н. Введение в искусственный интеллект / Л.Н.Ясницкий. – Изд–во «Академия», 2005. – 176 с.

## **Методы написания уравнения квадратичной функции**

**Цыганок Илья Егорович**

ГБОУ лицей № 419 Петродворцового района

Санкт-Петербург

Научный руководитель **Яненкова Юлия Евгеньевна**

### **Аннотация**

Моя исследовательская работа посвящена изучению методов составления уравнений квадратичной функции. В учебной литературе представлен традиционный метод, основанный на составлении системы линейных уравнений с тремя или двумя неизвестными. Порой решение задач этим методом может отнять много времени. Безусловно, абитуриентам, сдающим ЕГЭ, или участникам олимпиад для качественного выполнения работы требуется время, которое нужно рационально использовать.

### **Ключевые слова**

Квадратичная функция, закономерность, ряд натуральных чисел, константа, приращение аргумента, приращение функции

### **Цель работы**

Оптимизация решения задач, требующих составления уравнений квадратичной функции.

## Введение

Темой моего исследования является изучение методов составления уравнений квадратичной функции. В заданиях, в которых неизвестны  $a$ ,  $b$  и  $c$  (где  $a$ ,  $b$  и  $c$  – коэффициенты уравнения квадратичной функции) нужно, используя график, найти значение функции  $y(x)$  при каком-нибудь значении аргумента  $x$ . В своей работе я предлагаю более простой метод, эффективность которого будет продемонстрирована на конкретных примерах (из школьной программы, заданий ЕГЭ, олимпиадных задач).

## Основные тезисы

Задачу на составление уравнения квадратичной функции можно решить проще, находя только старший коэффициент  $a$ , минуя  $b$  и  $c$ . Но как быть, если нам не известны  $x$  верш. и  $y$  верш. ? В этом случае нам помогут несколько очевидных закономерностей. Анализируя разности натуральных чисел, возведённых в определённую степень, была найдена константа, которая равна  $n!$ , где  $n$  – показатель степени, в которую возводится ряд натуральных чисел, причём этот ряд является арифметической прогрессией.

## Заключение, результаты или выводы

В результате было доказано, что предложенный мной способ упрощает решение задач, требующих составления уравнений квадратичных функций, и позволяет сэкономить время на выполнение задания. Таким способом могут воспользоваться не только учащиеся средних школ, но и абитуриенты, сдающие ЕГЭ, и участники олимпиад.

## Список использованной литературы и источников

1. Колягин Ю.М., Ткачёва М.В., Фёдорова Н.Е., Шабунин М.И. учебник алгебры за 8 класс//глава V «Квадратичная функция», параграфы 35-39. Изд-во «Просвещение», 2013, С. 151-171.
2. Гальперин Г.А., Толпыго А.К. Московские математические олимпиады, 1986
3. Золотарёва Н.Д., Разгулин А.В., Федотов М.В., Хайлов Е.Н. Математика Подготовка к ЕГЭ и ДВИ МГУ//параграф 12 «Расположение параболы в зависимости от параметра. Теорема Виета». Изд-во МГУ, 2018, С. 127-140..

## Применение информационных технологий для вычисления предела функции

**Колтыга Валерий Евгеньевич**

СПбГУПТД

Санкт-Петербург

Научный руководитель **Шекихачева Наталья Ивановна**

## Аннотация

В данном докладе представлено описание применения информационных систем для упрощения работы со сложными вычислениями. В ходе работы были рассмотрены информационные решения для работы с пределом функции.

## Ключевые слова

Предел функции, математический анализ, информационные технологии, Python

## Эпиграф

*«Знание есть дифференцирование объекта путем сравнения»  
Николай Онуфриевич Лосский*

## Цель работы

Описать применение информационных систем для упрощения работы со сложными вычислениями.

## Введение

В современном мире информационные технологии занимают ведущую роль, внедрение цифровых технологий является приоритетным во всех аспектах жизнедеятельности человека. Технология цифровизации направлена на ускорение развития производства, экономики и социальных сфер жизни.

## Основные тезисы

Специальность «Информатика и вычислительная техника» предполагает глубокое освоение математических дисциплин и здесь важно применять интегрированные умения. Для студентов процесс вычисления пределов функции является довольно трудоемким и сложным. И на данном этапе на помощь приходят навыки применения информационных технологий, начиная с использования Microsoft Excel до написания кода на различных языках программирования. В этой работе рассматривается применение библиотеки языка программирования Python, направленной на символьные вычисления. Понятие предела функции и последовательности является основополагающим в принципах математического анализа, все базовые определения и понятия выводятся через пределы, поэтому навыки нахождения и вычисления предела функции имеют большое значение в сфере информационных технологий.

## Заключение, результаты или выводы

Будущая профессия дает навыки использования информационных технологий, которые были применены в данном исследовании. Проведенная работа наглядно показывает, как можно в несколько раз оптимизировать количество времени, тратящегося на вычисление предела функции, а также искоренить ошибки при трудоемких вычислениях и улучшить качество их качество до 256 символов после запятой.

## Список использованной литературы и источников

1. Герасимова В.Г., Меламуд Д.И. Влияние цифровых технологий на мир, в котором мы живем // Информационное общество: состояние, проблемы, перспективы: материалы III ежегодной всероссийской научно-практической интернет-конференции. Москва, 2016. С. 86 – 89.

2. Женова Н.А. Стратегии развития электронной коммерции // Современная экономика: концепции и модели инновационного развития: материалы VIII Международной научно-практической конференции: в 3 кн. Москва, 2016. С. 81 – 84.
3. Нуралиев С. Архитектура “1С:Предприятия” как продукт инженерной мысли // PC Week/RE.2004.№46. С. 40; №47. С. 31.
4. Шихнабиева Т.Ш. Автоматизация процесса обучения и контроля знаний с использованием интеллектуальных моделей образовательного контента // Педагогическая информатика. 2011. №5. С. 27 – 31.
5. Эйдлина Г.М. Использование “1С” для автоматизации работы кафедры // Новые информационные технологии в образовании: применение технологий “1С” для повышения эффективности деятельности организация образования: сборник научных трудов 14 МНПК “Применение технологий “1С” для повышения эффективности деятельности организаций образования” Москва, (28–29 января 2014г.). Ч. 1. М:ООО “1С:Публишинг”, 2014. С. 135–136.

## Видеоинформация по Леонарду Эйлеру

**Львов Максим Витальевич**

СПБГУПТД – ВШПМ

Санкт-Петербург

Научный руководитель **Шекихачева Наталья Ивановна**

### Аннотация

Использование информационных технологий, как способ получать данные, в случае ограниченности передвижения во время пандемии. Создание видеоэкскурсии по городу для ознакомления с информацией о Леонарде Эйлере в Санкт-Петербурге. Ознакомление с биографией и достижениями в фундаментальных науках.

### Ключевые слова

Исследование, экскурсия, математика, информация

### Цель работы

Познакомиться с биографией и достижениями великого математика и учёного – Леонарда Эйлера, проживавшим в Санкт-Петербурге, посмотрев видеоэкскурсию по городу.

### Введение

Популяризации математики в 21 веке является одной из самых необходимых вещей. Осуществление более простого доступа информации о научных деятелях. Создание видеоинформации о великом учёном – Леонарде Эйлере, проживавшим в Санкт-Петербурге.

## Основные тезисы

Формирование идеи и концепции для проведения разработки видеоролика. Использование возможностей современных технологий для простого и удобного доступа. Поиск и закрепление информации для создания полноценного сценария с последующей записью. Показ видеозаписи в самых разных конференциях и выставках.

## Заключение, результаты или выводы

Технологии не стоят на месте, в наше время очень сложно не изучать что-то новое. Людям даже теперь не надо выходить из своих домов, чтобы впитывать в себя тонны различных знаний. И наш видеоролик может посмотреть каждый человек в стране. Познакомиться с замечательным деятелем науки Леонардом Эйлером.

## Список использованной литературы и источников

1. Википедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org>; Математика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://phys.vspu.ac.ru/for%20students/TSOR/Aksenova/page5.html>;
2. Предаение.ру [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://blog.predanie.ru/article/leonard-ejler-vtoroj-lomonosov-tolko-slepoj/>;
3. БИОГРАФ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://biographe.ru/uchenie/leonard-eiler/>; izi.travel [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://izi.travel/ru/928a-dom-eylera-nab-leytenanta-shmidta-15/ru>

## Управление движением упругого объекта при оптимальном перемещении

**Адонин Алексей Даниилович**

ГБОУ ЦДО «Малая академия наук»

Севастополь

Научный руководитель **Рогова Ольга Валентиновна**

## Аннотация

Научно-исследовательская работа посвящена анализу существующих оптимальных законов управления, конструированию нового управления движением упругого объекта, обеспечивающему заданное конечное состояние объекта и отсутствие колебаний в конце движения, а также экспериментальной проверке предлагаемого закона управления.

## Ключевые слова

Упругий объект, манипулятор конечной жесткости, колебания, оптимальное управление, абсолютный покой

## Цель работы

Конструирование законов оптимального управления движением упругого объекта, обеспечивающих выполнение краевых условий, достижение

заданного конечного состояния объекта, а также отсутствие колебаний в конце движения.

## **Введение**

Необходимо снижение уровня (или полное устранение) колебаний упругих объектов в процессе выполнения рабочих операций, например, при работе оптимальных устройств манипуляторов конечной жесткости, с использованием оптимальных управлений их движением и достижением заданного конечного состояния объекта. Важно обеспечить такое управление переносным движением упругих объектов, которое устраняет колебания в точке позиционирования.

## **Основные тезисы**

Предложен алгоритм конструирования законов управления движением упругих объектов, не требующий применения сложного аппарата теории оптимального управления, однако, позволяющий достигать заданного состояния объекта в конце движения, и в частности, обеспечивающий отсутствие колебаний в конечной точке. Согласно предлагаемому в работе методу получен новый закон управления (переносного ускорения объекта), обеспечивающее не только достижение цели движения, но и отсутствие колебаний в конечной точке. Выполнена экспериментальная проверка предложенного закона управления. Работа имеет прикладной характер. Полученные результаты работы могут быть использованы при проектировании систем управления движением манипуляторов конечной жесткости, транспортировании нежестких крупногабаритных конструкций в земных условиях и космосе.

## **Заключение, результаты или выводы**

В работе показано, что известный закон оптимального управления, полученный согласно методам теории оптимального управления, возможно получить более простым способом, задавая перемещение объекта в виде полинома и цель движения в виде краевых условий. Согласно предлагаемому методу получено новое управление в виде гармонической функции, обеспечивающее не только достижение цели движения, но и отсутствие колебаний упругого объекта в конечной точке. Для подтверждения корректности предлагаемого метода выполнена экспериментальная проверка сконструированного управления переносным движением (переносного ускорения) путем натурального эксперимента на разработанном испытательном стенде, созданном на базе линейной направляющей, приводного ремня с системой натяжения и шагового двигателя от струйного принтера с применением контроллера Arduino UNO, акселерометра, датчиков положения; программа управления стендом написана на языке C++. В результате проведения эксперимента полностью подавить колебания объекта в конце движения не удалось, вероятно, в силу погрешностей изготовления экспериментального стенда (например, при моделировании не учтена гибкая связь экспериментального стенда – приводной ремень, благодаря которому осуществлялось перемещение объекта), а также неточности задания исходных параметров (например, действительный модуль упругости материала упругого объекта не известен; реализованное время движения отличается от требуемого в силу возможностей шагового двигателя). Однако

результаты натурального эксперимента доказали применимость предложенного метода для синтеза управлений поступательным переносным движением и показали, что с применением полученного управления колебания объекта снизились в 3,5 раза и более по сравнению с другими управлениями. Таким образом, спектр искомым управлений зависит лишь от цели движения (краевых условий) и применяемых двигателей для их реализации, а возможности применения указанных управлений огромны: транспортные и сборочные операции, выполняемые манипуляторами конечной жесткости в автоматизированном производстве, транспортирование самих нежестких объектов, в космическом пространстве – при перемещении крупногабаритных нежестких конструкций, при проектировании автопилотов автомобилей будущего и т.д.

### **Список использованной литературы и источников**

1. Бохонский А.И.. Оптимальное управление переносным движением деформируемых объектов: теория и технические приложения / А.И. Бохонский, Н.И. Варминская, М.И. Мозолевский. – Севастополь: СевНТУ, 2007. – 296 с.
2. Бохонский А.И., Варминская Н.И. Вариационное и реверсионное исчисления в механике / А.И. Бохонский, Н.И. Варминская. – Севастополь: СевНТУ, 2012. – 212 с.
3. Бохонский А.И. Конструирование оптимального управления движения объектов как абсолютно твердых и деформируемых тел / А.И. Бохонский, Н.И. Варминская, А.И. Рыжков // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – Орел: НИЦ МС, 2016. – С. 70 – 76.
4. Воронов А.А. Теория автоматического управления. Ч. II. Теория нелинейных и специальных систем автоматического управления / А.А. Воронов. – М.: Наука, 1992. – 288 с.
5. Бохонский А.И., Варминская Н.И. Конструирование оптимальных управлений перемещением упругих объектов / А.И. Бохонский, Н.И. Варминская. – Санкт-Петербург: НИЦ МС, 2020. – 120 с.

## **Эволюция представлений о физике нейтрино**

**Шахова Софья Никитична**

Лицей № 533, ЮМШ

Санкт-Петербург

Научный руководитель **Шахова Ольга Юрьевна**

### **Аннотация**

В работе рассмотрена история развития физики нейтрино. Сделан обзор важных экспериментальных и теоретических исследований, высказано предположение о возможных дальнейших перспективах развития данной области.

### **Ключевые слова**

Нейтрино, антинейтрино, бета-распад, осцилляции нейтрино

## Цель работы

Проследить эволюцию представления о нейтрине: от теоретических предположений о существовании до современных экспериментальных и теоретических исследований.

## Введение

В последнее время большое внимание уделяется исследованиям в области физики нейтрино. В данной работе я хотела проследить историю развития физики нейтрино: от теоретического предсказания его существования, до современных моделей и экспериментов.

## Основные тезисы

Первое теоретическое предположение о существовании нейтрино было представлено Паули как решение проблем при трактовке бета-распада (оказалось, что энергетический спектр испускаемых электронов непрерывен, в то время как теория говорила о том, что он должен быть дискретным, также сохранялся спин ядра, что опять же противоречило имевшейся на тот момент теории).

Первый удачный эксперимент по регистрации нейтрино (как выяснилось позже антинейтрино) произвели Коэн и Райнес в 1956 году. К тому моменту люди уже поняли, что для исследования нейтрино нужны колоссальные объемы вещества, только один сцинтилляционный детектор использовал 1400 литров сцинтиллятора (а их было 3 и были не только они). В качестве источника ученые использовали ядерный реактор в Хэнфорде (сама установка стояла недалеко от него, в нескольких метрах под землей, чтобы снизить фон космических лучей), а в качестве детекторов реакции – сцинтиллятор с фотоэлектронным умножителем.

Параллельно с этим экспериментом, Раймонд Дэвис ставит свой, продлившийся 20 лет (1951 год – начало работ, 1970–1971 стабильная регистрация солнечных нейтрино). В то время как Коэн и Райнес уже получили значительные результаты, работа Дэвиса была безрезультатной. Это объясняется тем, что на самом деле они регистрировали разные частицы, Дэвис, используя хлорный метод, искал нейтрино, а Коэн и Райнес нашли антинейтрино. Финальная версия установки для поиска нейтрино находилась в Хоумстейке, в выработанной шахте, и имела объем 450000 л. Первая регистрация солнечных нейтрино произошла в августе 1967 года (Нобелевская премия 2002 года).

В 1962 году Леон Ледерман поставил эксперимент, доказывающий, что нейтрино, образующиеся электронным и мюонным способом – разные частицы. Для этого он использовал искусственно созданный нейтринный пучок. Результатом стало то, что при взаимодействии мюонного нейтрино с веществом испускаются мюоны, а не электроны, как это было при электронных нейтрино. За это он в 1988 году вместе со Стрейнбергом и Шварцом получает нобелевскую премию (за изобретение метода нейтринного пучка и демонстрацию дублетной структуры лептонов в результате открытия мюонного нейтрино).

В 1975 году открыли новый тау-лептон и начали поиски тау-нейтрино. Поиски завершились в 2000 году, эксперимент DONUT (Direct Observation of the NU Tau) на ферми-лабе.



Совсем недавно, в 2015 году, нобелевская премия по физике была присуждена двум руководителям экспериментальных групп: Такааки Кадзита и Артуру Макдональду, за доказательство того, что нейтрино способны осциллировать (нейтрино одного типа способны перейти в нейтрино другого типа), что так же является доказательством того, что нейтрино имеют массу.

После этого эксперимента возник еще больший интерес к теоретическому описанию осцилляции нейтрино. Кроме того интересной областью исследований является взаимодействие нейтрино с материальной средой. Так, в статье[3] с помощью подхода Симанзика рассматривается задача о влиянии сильных неоднородностей среды на процессы осцилляций, и показано, что при взаимодействии частиц с плоскостями может формироваться особый механизм фильтрации, пропускающий нейтрино низких энергий в узком диапазоне и отражающий все остальные. Авторы статьи предполагают, что учет такого механизма фильтрации можно использовать для лучшего понимания особенностей процесса эволюции сверхтяжелых звезд. В процессе эволюции звезды в ядре возрастают силы гравитации, в нем рождаются нейтрино, свободные (с низкой энергией) - испускаются, связанные (с высокой энергией) накапливаются в ядре. Если оболочка ядра не поменяет своих свойств взаимодействия с нейтрино, то тогда огромная энергия нейтрино накопленная в ядре, рано или поздно разрушит оболочку, и звезда взорвется.

### **Заключение, результаты или выводы**

Нейтрино можно использовать как источник информации об астрофизических объектах. Нейтрино не обладает зарядом, следовательно его траектория не изменяется под действием электромагнитных полей. Также нейтрино обладает огромной проникающей способностью, так что информация о процессах даже внутри звезд может быть получена через эту частицу.

В связи с очень малым радиусом взаимодействия нейтрино с веществом, перспективной областью исследования является передача информации с помощью нейтрино.

### **Список использованной литературы и источников**

1. Бедняков В. А., Наумов Д.В., Смирнов О. Ю. Физика нейтрино и ОИЯИ(УФН 186 233–263 (2016))
2. Широков Е. В. Физика нейтрино (<https://teach-in.ru/course/neutrino>)
3. Yury Pismak, Olga Shakhova Neutrino Oscillations in the Model of Interaction of Spinor Fields with Zero-Range Potential Concentrated on a Plane(Symmetry, Volume 13, Issue 11)

## **Математическое моделирование функций чувствительности ветроэлектрических установок**

**Армароли Ангелина Робертовна**

ГБОУ ЦДО «Малая академия наук»

Севастополь

Научный руководитель **Канов Лев Николаевич**

### **Аннотация**

Проект посвящен актуальной задаче повышения надежности работы ветроэлектрических установок при изменении скорости ветра и нагрузки.

### **Ключевые слова**

Ветрогенератор, функция чувствительности, ветроэлектростанция, ВЭУ, скорость ветра

### **Цель работы**

Целью работы является повышение надежности работы автономной ветроэлектрической установки (ВЭУ) небольшой мощности путем определения областей устойчивости ее режима при изменении скорости ветра и нагрузки электрических генераторов

### **Введение**

Применение нетрадиционных источников электроэнергии в настоящее время является актуальной задачей. В связи с ухудшающейся экологической обстановкой ветроэнергетика является приоритетным направлением в комплексе развития нетрадиционных источников электроэнергии. Это особенно актуально для потребителей удаленных районов, где есть затруднения со стационарным электроснабжением, и в качестве альтернативных источников электрической энергии выступают автономные ветроэлектрические установки (ВЭУ) небольшой мощности.

### **Основные тезисы**

Проект посвящен актуальной задаче повышения надежности работы ветроэлектрических установок при изменении скорости ветра и нагрузки. Стабильная работа ветроэлектрических установок часто нарушается при изменении скорости ветра или при изменении нагрузки. При плавном изменении скорости ветра или электрического сопротивления нагрузки на ветрогенератор скорость вращения ветроколеса может внезапно резко увеличиваться или уменьшаться. Это сопровождается ударными моментами на ветроколесо, что приводит к нарушению его работы. Необходимо, чтобы скорость вращения изменялась плавно, без резких скачков. Существующие способы обеспечения безотказной работы ветроэлектрических установок часто не позволяют добиться устойчивой скорости вращения ветроколеса, особенно при непрерывном изменении скорости ветра и нагрузки в динамическом режиме. Выявление причин появления этой проблемы основано на мате-

матической теории чувствительности решений уравнений по отношению к коэффициентам этих уравнений. Автором предложена методика выявления причины нестабильности скорости вращения ветроколеса на основе построения функций чувствительности скорости вращения генератора к изменению сопротивления нагрузки и скорости ветра. Методика предполагает формирование величин коэффициентов чувствительности решения уравнения генератора при изменении сопротивления и скорости вращения. Армарали А.Р. разработала формулы зависимости скорости вращения генератора от сопротивления нагрузки и скорости ветра и способ получения функций чувствительности. Применение метода, реализованного в среде MathCad, показало перспективность предложенной методики для решения задачи повышения надежности работы ветроэлектрической установки. Практическая значимость работы заключается в реальных практических рекомендациях модернизации существующих способов повышения надежности управления ветроэлектрическими установками.

### **Заключение, результаты или выводы**

На основе теории чувствительности получены функции чувствительности параметров режима по скоростям ветра и сопротивлению нагрузки. Предложен алгоритм вычисления функций чувствительности. Установлено, что при увеличении скорости ветра происходит резкое увеличение скоростей вращения обеих ВЭУ, когда функции чувствительности скоростей вращения по скорости ветра имеют сильный максимум. Это объясняется неоднозначностью значений скорости вращения генераторов при заданных значениях скорости ветра и сопротивления нагрузки. Установлено также, что режимы обеих ВЭУ тесно связаны между собой: при увеличении скорости ветра на одной ВЭУ скорость вращения второй ВЭУ также увеличивается. Резкие скачки скорости тем больше, чем больше сопротивление нагрузки. Взаимная связь объясняется обменом токами между генераторами и возникновением вращающих и тормозящих моментов на генераторах, что неблагоприятно влияет на общий режим работы ветроэлектростанции. Перспективным направлением исследованием является построение функций чувствительности по углу установки лопастей ветротурбины и стабилизации на этой основе режимов ВЭУ, а также анализ ветроэлектростанции на генераторах переменного тока.

### **Список использованной литературы и источников**

1. Арнольд В.И. Теория катастроф. – М.: изд-во «Наука», 1990. – 128 с.
2. Кривцов В.С., Олейников А.М., Яковлев А.И. Неисчерпаемая энергия. Кн.2. Ветроэнергетика. – Харьков: изд-во ХАИ, 2004. – 538 с.
3. Петров Ю.П., Петров И.А. Введение в теорию расчетов с учетом вариации параметров исследуемых объектов. – СПб.: БХВ – Петербург, 2014. – 272 с.
4. Соколович Ю.А., Богданова А.С. Физика: учебно-практический справочник. – Харьков: изд-во «Веста», 2011. – 384 с.

## Интерпретация стандартной модели в квантовой физике

Умутбаева Амалия Эдуардовна

СПб ГБПОУ «Колледж электроники и приборостроения»

Санкт-Петербург

Научный руководитель Игнатова Ольга Владимировна

### Аннотация

Данная работа посвящена изучению физики элементарных частиц и созданию 3D-визуализации стандартной модели.

### Ключевые слова

Квантовое поле, бозоны, кварки, лептоны, глюон, механизм Хиггса

### Цель работы

Создание усовершенствованной 3D-визуализации стандартной модели для ее простого и удобного понимания.

### Введение

В настоящее время уровень научно-технического прогресса не стоит на месте. Человек перестал ограничиваться лишь нашей планетой и стал изучать космическое пространство. И для решения проблем, которые не смогла описать классическая физика, ученые прибегли к альтернативному варианту. В наше время школьная программа уделяет мало внимания такой сфере, как квантовая физика, но я считаю, что она должна стать неотъемлемой частью курса любого техника, ставшего на путь познания устройства Вселенной. Стандартная модель – один из основных компонентов, необходимых для понимания сущности элементарных частиц.

#### Задачи:

1. Рассмотреть понятие квантовой теории поля.
2. Ознакомиться с составом стандартной модели.
3. Изучить способы взаимодействия составных частиц стандартной модели.
4. Систематизировать всю нужную имеющуюся информацию.
5. Спроектировать модель.
6. Собрать модель.

### Основные тезисы

Для визуализации стандартной модели и ее понимания в работе были рассмотрены основные понятия квантовой физики: частица, квантовое поле. Рассмотрена классификация частиц и введены такие понятия как: бозоны, фермионы, кварки, лептоны. Далее были проанализированы виды взаимодействий элементарных частиц. В заключении был изучен механизм Хиггса, в котором Бозон Хиггса был последней частицей, открытой в Стандартной Модели. Это критический компонент теории. Его открытие помогло подтвердить механизм того, как фундаментальные частицы получают массу, ведь масса – это не внутреннее свойство частиц, оно приобретается под действием внешних условий.

### Заключение, результаты или выводы

Объединяя специальную теорию относительности Эйнштейна, квантовую механику и физическое поле, квантовая теория поля является одним из важнейших постулатов квантовой физики, не существующая без Стандартной модели элементарных частиц, являющейся самой перспективной на данный момент. Квантовая теория поля – это математический рецепт построения модели Вселенной. Позволяя полям взаимодействовать друг с другом, данная теория может с поразительной точностью предсказывать явления, которые управляют Вселенной. Согласно КТП изменения Вселенной описаны в виде совокупности всех возможных сценариев на микроуровне. Хотя она и удовлетворяет специальной теории относительности, невозможно объединить КТП и общую теорию относительности, так как она описывает гравитацию с помощью искривления пространства-времени. Если потенциальный гравитон, являющийся переносчиком гравитационного взаимодействия, будет обнаружен, то самой главной проблемой помимо создания теории, объединяющей все квантовые поля, будет полный перерасчет имеющихся на данный момент теорий и моделей, но также это даст возможность по-другому взглянуть на удивительный мир микрочастиц. Задачи выполнены, цель достигнута, продукт – 3D-визуализация Стандартной модели – создан.

### Список использованной литературы и источников

1. Андреев А.Д. Физика. Квантовая физика: учебное пособие/ А. Д. Андреев, Ф. Ф Павлов, В. Б. Федюшин, Л. М. Черных; СПбГУТ. – СПб., 2020. – 52 с. – Текст: электронный // ЭБС Лань [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 28.10.2022). – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.
2. Фейман Р. Фейнмановские лекции по физике 3. Излучение. Волны. Кванты/ Р. Фейман, Р. Лейтон, М. Сендс; – 234 с. – Текст: электронный // [сайт]. – URL: <http://www.ftechedu.ru/1sem/books/fiz/Feynman/tom3.pdf> (дата обращения: 24.10.2022). – Режим доступа: свободный.
3. Купер Л. Физика для всех. Введение в сущность и структуру физики. Том 2. Современная физика/ Л. Купер; перевод с английского С. Н. Бреуса, под редакцией Ю. А. Кравцова. – 2-е изд. Москва: издательство Мир, 1974. – 378 с. – Текст: непосредственный.
4. Роджерс Э. Физика для любознательных. Том 3. Электричество и магнетизм. Атомы и ядра/ Э. Роджерс; перевод с английского И. Б. Виханского, Г. И. Мерзона, Г. Я. Коренмана с 8-го американского изд., под редакцией В. Ф. Киселева. – 2-е изд. Москва: издательство Мир, 1973. – 664 с. – Текст: непосредственный.
5. Elementy.ru : научная библиотека о фундаментальной науке : сайт. – Москва, 2005 – URL: <https://elementy.ru/> (дата обращения: 13.10.2022). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

## **Определение оптимального уличного освещения в ЖК «Солнечный город» Санкт-Петербурга**

**Капитонов Константин Михайлович**

СПб ГБПОУ «Колледж электроники и приборостроения»

Санкт-Петербург

Научный руководитель **Игнатова Ольга Владимировна**

### **Аннотация**

Данная работа посвящена изучению истории, классификации уличного освещения. Для определения оптимального расположения фонарей в разных частях ЖК «Солнечный город» была построена математическая модель оптимального освещения, измерен уровень освещенности ЖК в разных участках и создана виртуальная карта расположения фонарей.

### **Ключевые слова**

Уличное освещение, источники света, освещенность

### **Цель работы**

Определение оптимального уличного освещения на примере ЖК «Солнечный город» города Санкт-Петербурга.

### **Введение**

Уличное освещение принято считать средством искусственного увеличения оптической видимости на улице в темное время суток. Основная цель уличного освещения – обеспечение безопасности участников движения. Правильно спланированное, качественное уличное освещение способствует уменьшению количества ДТП и предотвращению преступных действий. Более высокий уровень горизонтальной освещенности, сопровождаемый также повышением вертикальной освещенности в зонах с присутствием пешеходов, способствует лучшему визуальному восприятию пространства, придает жителям города большее ощущение безопасности, что косвенно способствует дружелюбной атмосфере в городе и повышает качество жизни в нем.

### **Основные тезисы**

В ходе работы была изучена история уличных фонарей, виды уличного освещения, рассмотрены виды ламп, используемые в уличном освещении и требования к ним согласно нормативным документам ГОСТ Р 55706-2013 и СП 52.13330.2016. Люксметром был измерен уровень освещенности на основных магистралях. Согласно построенной математической модели, была рассчитана искомая высота, при которой уровень освещенности будет оптимальным. Эту величину сравнили с измеренными значениями и оценили относительное отклонение полученного результата от идеального значения. Полученные результаты были нанесены на виртуальную карту.

### **Заключение, результаты или выводы**

Было установлено, что не везде уличное освещение соответствует установленным нормативам и ГОСТам. В местах, где освещения недостаточно, мы предлагаем следующие решения этой проблемы:

1. Оптимизировать расположение фонарных столбов: контролировать расстояние между столбами с фонарями уличного освещения, проверять высоту фонарных столбов, применять меры по замене при недостаточном уровне освещённости.

2. Увеличить мощность осветительных ламп путём применения светодиодных, так как светодиодные лампы в восемь раз меньше потребляют энергии и срок службы в семь раз дольше ДРЛ.

### **Список использованной литературы и источников**

1. Атанасян, Л. С. Геометрия [Текст] : учеб. для общеобразоват. организаций / Л. С. Атанасян, В.Ф. Бутузов, С. Б. Кадомцев и др. – 2-е изд., – М. : Просвещение, 2014. – 382с.
2. Лейви, А. Я. Основы светотехники [Электронный ресурс] : учеб. пособие /А. Я. Лейви, А. А. Шульгинов.–Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2016.–71 с.
3. Киреева, Э.А. Электроснабжение жилых и общественных зданий [Текст] : приложение к журналу ЭНЕРГЕТИК / Э. А. Киреева, С. А. Цырук. – 8 вып (80). – М. : НТФ «Энергопрогресс», 2005. – 96с.
4. Капцов, В.А. Эволюция искусственного освещения: взгляд гигиениста [Текст] / В.А. Капцов, В.Н. Дейнего : под ред. Вильк М.Ф., Капцова В.А. – М.: Российская Академия Наук, 2021. – 632 с. 5. ГОСТ 24940-2016 Здания и сооружения. Методы измерения освещенности [Электронный ресурс]: – Свод правил СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение» Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\* (утв. приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 7 ноября 2016 г. N 777/пр) – М. : Издательство стандартов, 2021. – 130с.

## **Закон поглощения света для жидких сред**

**Долотова Полина Евгеньевна**

ФГБОУ ВО КГТУ

Калининград

Научный руководитель **Иванов Андрей Михайлович**

### **Аннотация**

Исследован закон поглощения света для жидких сред и возможность использования его для исследования дизельных масел. Собрана установка для проведения лабораторных работ. Выведена формула для подсчета скорости оседания частиц в дизельных маслах.

### **Ключевые слова**

Поглощение света, интенсивность, жидкая среда, закон Бугера-Ламберта-Бера, закон Стокса

## Цель работы

Исследовать поглощение света дизельными маслами и разработать методику изучения явления поглощения света дизельными маслами для студентов – будущих специалистов.

## Введение

Основой движения кораблей, а также судовой энергетики в подавляющем большинстве, являются поршневые дизельные двигатели с турбонаддувом. Существует прямая связь между надежностью этих двигателей, безопасностью мореплавания и эксплуатационными расходами. Совершенствование методов диагностики может способствовать улучшению и росту надежности судовых двигателей.

## Основные тезисы

В ходе работы была собрана экспериментальная установка, состоящая из люксметра, кюветы с образцом масла и полупроводникового лазера. Данная установка служит для определения скорости оседания металлических частиц в образцах отработанного дизельного масла. При прохождении световой волны через вещество часть энергии волны затрачивается на возбуждение колебаний электронов и возвращается излучению в виде вторичных волн; частично же она переходит во внутреннюю энергию вещества. Поэтому интенсивность света, согласно Закону Бугера-Ламберта-Бера, при прохождении через вещество уменьшается обратно пропорционально толщине слоя среды, через которую он проходит, то есть свет поглощается в веществе. Если добавить в кювету с чистым маслом отработанное масло, то, применив к движению капли Второй закон Ньютона и Закон Стокса, получим значение среднего размера металлических частиц отработанного масла. Анализ полученных результатов показал совпадение с данными методом молекулярного рассеяния света.

## Заключение, результаты или выводы

В результате работы мы собрали установку для определения скорости оседания металлических частиц, которая может быть использована для проведения лабораторных работ студентами в разделе молекулярная физика и оптика. Благодаря экспериментальной установке мы получили данные о поглощении света дизельными маслами, также выведена формула для нахождения скорости оседания частиц в жидкостях, и необходимые для ее нахождения формулы вязкости жидкости, разности плотностей погружаемой частицы и жидкости, среднего размера частицы. Для расчета среднего размера частиц была получена формула с учетом сферичности частиц.

## Список использованной литературы и источников

1. Мякишев Г. Я. Физика 10. Классический курс // Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев, Н. Н. Сотский – М.: Просвещение, 2020. – 426с.
2. Карякин Н. И. Краткий справочник по физике // Н. И. Карякин, К. Н. Быстров, П. С. Киреев – М.: Высшая школа, 1964. – 561с.
3. Трофимова Т. И. Курс физики // Т. И. Трофимова – М.: AcademA, 2006. – 560с.



## **Использование фундаментальных физических принципов для создания инновационных самобалансирующих устройств для снижения вибраций быстроходных механизмов на ходу (на примере осевых вентиляторов)**

**Токаев Фёдор Евгеньевич**

ГБУ ДО ЦДЮТТ «Охта»

Санкт-Петербург

Научный руководитель **Шлапоберский Анатолий Андреевич**

### **Аннотация**

В связи с тем, что существующие методы балансировки не решают важнейшую проблему поддержания крыльчатки вентилятора в отбалансированном состоянии в процессе эксплуатации, в настоящее время известна и описана в патентах и литературе научно-инновационная идея о необходимости создания автобалансирующих устройств для вентиляторов. Разработанные по определённым правилам автобалансиры должны непосредственно в процессе работы вентилятора непрерывно отслеживать изменение величины его дисбаланса и изменять величину и положение балансирующих масс для устранения дисбаланса. При такой работе автобалансира должно происходить своевременное устранение дисбаланса – основной причины повышения вибрации. Идея эта очень привлекательна и описана в литературе [2], но совершенно не реализована на практике для вентиляторов, а для других технических объектов есть всего несколько примеров довольно незначительной по масштабам практической реализации.

### **Ключевые слова**

Вибрация, дисбаланс, СБУ, вентилятор, инновация

### **Цель работы**

Провести экспериментальные исследования вибрации вентиляторов со специально спроектированным самобалансирующим устройством нового типа, результаты которых доказывали бы, что идея в принципе практически реализуема.

### **Введение**

Научные исследования могут быть разделены на фундаментальные и прикладные. Прикладные исследования направлены на получение новых конкретных результатов для решения актуальных практических задач. Их выполнение позволяет непрерывно совершенствовать и повышать эффективность образцов новой инновационной техники во всех сферах деятельности. В настоящее время результаты прикладных исследований могут быть реализованы на практике примерно за 3-5 лет, в зависимости от масштабов и сложности разрабатываемой техники.

В настоящее время существует довольно много различных типов вентиляторов. Среди них наиболее распространены осевые промышленные и бытовые вентиляторы. Их распространённость обуславливается не только эффективностью и простотой изготовления, но и компактностью, неприхотливостью и низким энергопотреблением. Эти факторы одинаково важны как на производстве, так и в быту. Осевой вентилятор – самый распространённый тип вентилятора. Это устройство, в котором электродвигатель вращает ось с закреплёнными на ней диском и лопастями. Лопастки перемещают воздух по направлению вдоль оси, поэтому такой тип вентилятора и называется осевым.

### **Основные тезисы**

В начальной стадии процесса балансировки мелкие шарики, обладая максимальной подвижностью, начинают быстро двигаться встречными потоками в зону контрдисбаланса, где происходит многократное соударение шариков друг с другом и с боковыми стенками полости. За счет потерь энергии шариков при соударениях, происходит быстрая остановка встречного движения противовесов (демпфирование), накопление уравнивающей массы и шарики-балансиры останавливаются в положении контрдисбаланса. Это положение шариков сохраняется при вращении крыльчатки вентилятора в различных режимах вплоть до почти полной остановки. Однако в случае изменения величины дисбаланса в процессе эксплуатации автоматически происходит соответствующее изменение положения балансирующей группы шариков, восстанавливающее балансировку.

### **Заключение, результаты или выводы**

1. Изучение состояния разработки и практического применения самобалансирующих устройств для снижения вибрации вентиляторов показало, что в информационных источниках очень мало данных об их практическом применении.

2. В данной работе за теоретическую фундаментальную основу принят физический эффект самоцентрирования неуравновешенного ротора – «эффект Лавалья».

3. Для разработки и исследовательских испытаний принят новый тип самобалансирующего устройства [4].

4. В результате проведения исследовательских испытаний специально разработанного и рассчитанного макета самобалансирующего устройства для вентилятора была подтверждена принципиальная возможность создания вентилятора с самобалансирующим устройством нового типа. Аналоги такой продукции в настоящее время отсутствуют.

5. В результате проведения исследовательских испытаний была подтверждена правильность расчёта основных параметров самобалансирующего устройства, что позволило ему стабильно и эффективно работать по снижению уровня вибраций вентилятора.

6. В результате работы самобалансирующего устройства удалось снизить уровень вибраций малого настольного вентилятора на 80,0 % на 1 скорости и на 87,5 % на 2 скорости. Включение СБУ в работу (разгон шариков-балансиров) осуществлялось стабильно, без сбоя на всех запусках. Уровень

вибрации большого напольного вентилятора удалось снизить пока на 50% на 1 скорости, на 71,4% на 2 скорости и на 66,65% на 3 скорости. Результаты снижения вибрации для большого напольного вентилятора оказались ниже в связи с тем, что самобалансирующее устройство работало в более сложных условиях, так как оно было установлено на резьбу, а не на гладкую поверхность, что могло создавать дополнительный эксцентриситет. Однако этот вариант очень перспективен для практического применения, так как не требует вмешательства в существующую конструкцию вентилятора, и этот вариант необходимо совершенствовать в дальнейших исследованиях.

### **Список использованной литературы и источников**

1. Промышленные вентиляторы – описание и применение (Электронный ресурс) <https://panoramavent.ru/poleznye-statii/promyshlennye-ventilyatory-opisanie-i-primenenie/>
2. Гусаров А.А. Автобалансирующие устройства прямого действия. – М.: Наука, 2002. – 119с.
3. Пассивные автобалансиры. (Электронный ресурс.) (<http://www.filimonikhin.narod.ru/>).
4. Патент RU 92626 U1, Шлифовальная машина с самобалансирующим устройством, 2010. 5 Патент RU 212 408 U1, Самобалансирующее устройство осевого вентилятора, 2022.

## **Фридайвинг с точки зрения физики**

**Апрелев Иван Павлович**

ГБНОУ «СПБ ГДТЮ» Аничков лицей

Санкт-Петербург

Научный руководитель Трубицын Николай Фёдорович

### **Аннотация**

Данная работа посвящена анализу физических аспектов фридайвинга и возможностей их использования. Фридайвинг – это вид экстремального спорта, в котором спортсмены погружаются в воду на задержке дыхания, используя для поддержания жизнедеятельности только свои легкие. В работе рассматриваются физические принципы, связанные с давлением, объемом легких и содержанием кислорода в крови, а также особенности поведения газов при изменении давления и температуры во время погружения. В работе были описаны основные физиологические процессы, происходящие в организме человека при погружении, такие как изменение давления и содержания кислорода в крови, а также возможные риски и ограничения. Особое внимание уделено тренировкам и подготовке фридайверов, включая упражнения по увеличению объема легких, улучшению работы сердечно-сосудистой системы и снижению уровня углекислоты в крови.

## Ключевые слова

Фридайвинг, плавучесть, давление, организм человека, газовые законы, контракция, тренировки фридайверов

## Цель работы

Изучить физические процессы, происходящие с фридайвером на глубине, и на основе изученного улучшить личные показатели погружений.

## Введение

Freediving – это подводное плавание без акваланга, исключительно на задержке дыхания, которое существует уже многие тысячи лет – это и охота, и ловля жемчуга, однако, как отдельный вид спорта он появился лишь с середины двадцатого века.

Для эффективного фридайвинга самым важным является изучение возможностей поведения человеческого организма во время погружения и адаптация этих знаний к каждому конкретному ныряльщику. Нырок человека, не знающего физики погружения составляет не более 0,5-1 минуты – срабатывают естественные инстинкты человека, которые оберегают его от потенциальной опасности удушья. Фридайвинг относится к экстремальным видам спорта, и погибнуть могут даже профессионалы высочайшего уровня, однако почти всегда это несчастные случаи, редко зависящие от самих спортсменов, поэтому ни один фридайвер никогда не станет нырять в одиночку – всегда есть страхующий, и, как правило, не один.

В этот спорт можно приходить абсолютно в любом возрасте, начиная с 16 лет, когда открывается возможность пройти базовый курс по одной из общепринятых систем.

## Основные тезисы

Проведено исследование явления плавучести, выведены 5 факторов, которые влияют на её величину. Установлена зависимость оказываемого на фридайвера давления во время погружения, а также его влияние на ткани его организма. Выявлен самый универсальный способ продувки, или компенсации давления в ушных полостях. Подробно описан механизм работы трёх газовых законов – Клаперона-Менделеева, Дальтона и Генри. Изучен процесс контракции – вспомогательной реакции организма, позволяющей увеличить время пребывания под водой. Рассмотрены дисциплины фридайвинга в закрытой воде, из которых впоследствии для эксперимента были выбраны две – статика и динамика без ласт. По завершении проекта была доказана эффективность программы тренировок, предложенной в работе.

## Заключение, результаты или выводы

Качественное погружение во фридайвинге невозможно без знания физических и физиологических процессов и явлений. Изученные аспекты теории позволили провести продуктивные тренировки в бассейне, благодаря которым за время написания проекта мои личные показатели погружений в дисциплинах DNF и STA были улучшены более чем в два раза, что подтверждает эффективность выбранного метода тренировок в конкретном случае.

Влияние осознанного подхода к правильному использованию плавучести, методам продувки, подготовке перед нырком превосходит любые ожидания. Эксперимент можно продолжать и дальше, однако стоит отметить, что любое погружение нужно осуществлять только при наличии квалифицированного страхующего, поскольку в этом случае фридайвинг – один из самых полезных и безопасных видов спорта, в котором нет определённых требований к физической подготовке начинающего спортсмена.

### **Список использованной литературы и источников**

1. Молчанова, Наталья Вадимовна Основы ныряния с задержкой дыхания [Текст] : учебно-методическое пособие по фридайвингу [Текст] / Молчанова, Наталья Вадимовна – Изд. 2-е, испр. и доп.. – Москва: Саттва, 2013 – 126 с.
2. Касьянов, Валерий Алексеевич Физика. 10 класс. Углублённый уровень [Текст] : учебник [Текст] / Касьянов, Валерий Алексеевич – 2-е изд., стер.. – Москва: Дрофа, 2014 – 447 с.
3. Молчанов А. О. Дисциплины – Федерация фридайвинга / Молчанов А. О. [Электронный ресурс] // freediving.ru : [сайт]. – URL: <https://freediving.ru/discipliny/> (дата обращения: 22.03.2023).

*«Будущее сильной России – в высоких технологиях»  
сборник тезисов XVII открытой юношеской научно-практической  
конференции, ГБНОУ «СПБ ГДТЮ», – СПб, 2023, 11 томов по секциям  
Том 10 «Фундаментальные науки»*

Отпечатано в РИС ГБНОУ «СПБ ГДТЮ». Заказ Т                    Б                    , тираж 28 экз.