

# ЮНЫЙ УЧЁНЫЙ

ISSN 2409-546X

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

## СПЕЦВЫПУСК

Научно-практическая  
конференция  
«Юный инженер»  
для обучающихся  
общеобразовательных  
организаций Челябинской  
области, признанных  
региональными  
инновационными  
площадками

Является приложением к научному журналу  
«Юный ученый» № 5 (101) 2026

6+

51

2026

# Юный ученый

## Международный научный журнал

№ 5.1 (101.1) / 2026

Издается с февраля 2015 г.

### СПЕЦВЫПУСК

Научно-практическая конференция «Юный инженер» для обучающихся общеобразовательных организаций Челябинской области, признанных региональными инновационными площадками

*Главный редактор:* Ахметов Ильдар Геннадьевич, кандидат технических наук

*Редакционная коллегия:*

Жураев Хусниддин Олтинбоевич, доктор педагогических наук (Узбекистан)

Иванова Юлия Валентиновна, доктор философских наук

Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук

Кошербаева Айгерим Нуралиевна, доктор педагогических наук, профессор (Казахстан)

Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук

Лактионов Константин Станиславович, доктор биологических наук

Сараева Надежда Михайловна, доктор психологических наук

Абдрасилов Турганбай Курманбаевич, доктор философии (PhD) по философским наукам (Казахстан)

Авдеюк Оксана Алексеевна, кандидат технических наук

Айдаров Оразхан Турсункожаевич, кандидат географических наук (Казахстан)

Алиева Тарана Ибрагим кызы, кандидат химических наук (Азербайджан)

Ахметова Валерия Валерьевна, кандидат медицинских наук

Бердиев Эргаш Абдуллаевич, кандидат медицинских наук (Узбекистан)

Брезгин Вячеслав Сергеевич, кандидат экономических наук

Данилов Олег Евгеньевич, кандидат педагогических наук

Дёмин Александр Викторович, кандидат биологических наук

Дядюн Кристина Владимировна, кандидат юридических наук

Желнова Кристина Владимировна, кандидат экономических наук

Жуйкова Тамара Павловна, кандидат педагогических наук

Игнатова Мария Александровна, кандидат искусствоведения

Искаков Руслан Маратбекович, кандидат технических наук (Казахстан)

Калдыбай Кайнар Калдыбайулы, доктор философии (PhD) по философским наукам (Казахстан)

Кенесов Асхат Алмасович, кандидат политических наук

Коварда Владимир Васильевич, кандидат физико-математических наук

Комогорцев Максим Геннадьевич, кандидат технических наук

Котляров Алексей Васильевич, кандидат геолого-минералогических наук

Кузьмина Виолетта Михайловна, кандидат исторических наук, кандидат психологических наук

Курпаяниди Константин Иванович, доктор философии (PhD) по экономическим наукам (Узбекистан)

Кучерявенко Светлана Алексеевна, кандидат экономических наук

Лескова Екатерина Викторовна, кандидат физико-математических наук

Макеева Ирина Александровна, кандидат педагогических наук

Матвиенко Евгений Владимирович, кандидат биологических наук

Матроскина Татьяна Викторовна, кандидат экономических наук

Матусевич Марина Степановна, кандидат педагогических наук

Мусаева Ума Алиевна, кандидат технических наук

Насимов Мурат Орленбаевич, кандидат политических наук (Казахстан)

Паридиново Ботагоз Жаппаровна, магистр философии (Казахстан)

Прончев Геннадий Борисович, кандидат физико-математических наук

Рахмонов Азизхон Боситхонович, доктор педагогических наук (Узбекистан)

Семахин Андрей Михайлович, кандидат технических наук

Сенцов Аркадий Эдуардович, кандидат политических наук

Сенюшкин Николай Сергеевич, кандидат технических наук

Султанова Дилшоода Намозовна, доктор архитектуры (Узбекистан)

Титова Елена Ивановна, кандидат педагогических наук

Ткаченко Ирина Георгиевна, кандидат филологических наук

Федорова Мария Сергеевна, кандидат архитектуры

Фозилов Садриддин Файзуллаевич, кандидат химических наук (Узбекистан)

Яхина Асия Сергеевна, кандидат технических наук

Ячинова Светлана Николаевна, кандидат педагогических наук

## **Международный редакционный совет:**

Айрян Заруи Геворковна, кандидат филологических наук, доцент (Армения)  
Арошидзе Паата Леонидович, доктор экономических наук, ассоциированный профессор (Грузия)  
Атаев Загир Вагитович, кандидат географических наук, профессор (Россия)  
Ахмеденов Кажмурат Максutowич, кандидат географических наук, ассоциированный профессор (Казахстан)  
Бидова Бэла Бертовна, доктор юридических наук, доцент (Россия)  
Борисов Вячеслав Викторович, доктор педагогических наук, профессор (Украина)  
Буриев Хасан Чутбаевич, доктор биологических наук, профессор (Узбекистан)  
Велковска Гена Цветкова, доктор экономических наук, доцент (Болгария)  
Гайич Тамара, доктор экономических наук (Сербия)  
Данатаров Агахан, кандидат технических наук (Туркменистан)  
Данилов Александр Максимович, доктор технических наук, профессор (Россия)  
Демидов Алексей Александрович, доктор медицинских наук, профессор (Россия)  
Досманбетов Динар Бакбергенович, доктор философии (PhD), проректор по развитию и экономическим вопросам (Казахстан)  
Ешиев Абдыракман Молдоалиевич, доктор медицинских наук, доцент, зав. отделением (Кыргызстан)  
Жолдошев Сапарбай Тезекбаевич, доктор медицинских наук, профессор (Кыргызстан)  
Игисинов Нурбек Сагинбекович, доктор медицинских наук, профессор (Казахстан)  
Кадыров Кутлуг-Бек Бекмурадович, доктор педагогических наук, и. о. профессора, декан (Узбекистан)  
Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)  
Козырева Ольга Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент (Россия)  
Колпак Евгений Петрович, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)  
Кочербаева Айгерим Нуралиевна, доктор педагогических наук, профессор (Казахстан)  
Курпаяниди Константин Иванович, доктор философии (PhD) по экономическим наукам (Узбекистан)  
Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)  
Кыят Эмине Лейла, доктор экономических наук (Турция)  
Лю Цзюань, доктор филологических наук, профессор (Китай)  
Малес Людмила Владимировна, доктор социологических наук, доцент (Украина)  
Нагервадзе Марина Алиевна, доктор биологических наук, профессор (Грузия)  
Нурмамедли Фазиль Алигусейн оглы, кандидат геолого-минералогических наук (Азербайджан)  
Прокопьев Николай Яковлевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)  
Прокофьева Марина Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент (Казахстан)  
Рахматуллин Рафаэль Юсупович, доктор философских наук, профессор (Россия)  
Ребезов Максим Борисович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Россия)  
Сорока Юлия Георгиевна, доктор социологических наук, доцент (Украина)  
Султанова Дилшода Намозовна, доктор архитектурных наук (Узбекистан)  
Узаков Гулом Норбоевич, доктор технических наук, доцент (Узбекистан)  
Федорова Мария Сергеевна, кандидат архитектуры (Россия)  
Хоналиев Назарали Хоналиевич, доктор экономических наук, старший научный сотрудник (Таджикистан)  
Хоссейни Амир, доктор филологических наук (Иран)  
Шарипов Аскар Калиевич, доктор экономических наук, доцент (Казахстан)  
Шуклина Зинаида Николаевна, доктор экономических наук (Россия)

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>Александрова А. В.</i> Построение аксонометрии детали по ее ортогональным проекциям . . . . .	3
<i>Бакгоф М. И.</i> Исследование управления сноубордом с точки зрения физики . . . . .	5
<i>Беликов В. Е., Чайников И. С.</i> Радиоуправляемый планер с беспилотной машиной на борту для доставки грузов в труднодоступные места . . . . .	8
<i>Вертопрахова В. Е.</i> Модель электромагнитного крана. . . . .	10
<i>Евстифеев Н. Н., Томозов Г. Е.</i> Проектирование робота-пылесоса с применением 3D-технологий. . . . .	13
<i>Ерёмин Я. Д.</i> Домашняя акустическая система своими руками . . . . .	15
<i>Закиров Р. Е.</i> Разработка AR-приложения «Объекты Всемирного культурного наследия» . . . . .	17
<i>Зарезина Е. А.</i> Исследование свойств биологических тканей по спектру прошедшего излучения оптического диапазона. . . . .	19
<i>Калита И. А.</i> Анализ велосипедных конструкций с точки зрения геометрии . . . . .	22
<i>Лукин Д. А.</i> Разработка и создание устройства для измерения ускорения тела на платформе Arduino . . . . .	24
<i>Махетов Ю. А.</i> Исследование модели акустического холодильника. . . . .	26
<i>Никифорова А. А.</i> Модель аэродинамической трубы для испытания форм крыла летательных аппаратов . . . . .	29
<i>Сурин А. С.</i> Создание настольной действующей модели ГЭС . . . . .	31
<i>Чешиковская Е. К.</i> Спектрометрия тканеподобных веществ по отраженному излучению. . . . .	34
<i>Яременко Г. В.</i> Создание прототипа универсального щита . . . . .	36



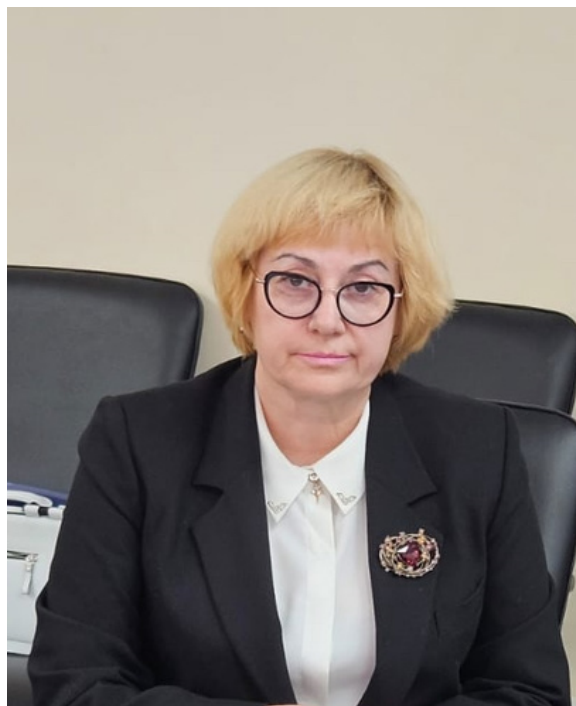
### **Уважаемые друзья!**

Журнал «Юный ученый» стал для лица неотъемлемой частью его научной жизни. Уже на протяжении 5 лет мы готовим исследовательский материал, который находит свое отражение в научных статьях, благодаря участию в научно-практических конференциях муниципального, регионального и федерального уровней.

Сегодня на страницах журнала мы можем познакомиться с работами и магнитогорских и челябинских школьников. Каждая работа это маленький, но уверенный шаг в освоении будущей инженерной профессии. Мы верим, что совместная работа: педагога и обучающегося, поможет определиться юным ученым с главным вопросом современного времени — выбором верного жизненного пути.

Дерзайте, исследуйте, мечтайте, не останавливайтесь на достигнутом, не отступайте перед трудностями, не бойтесь ошибиться, верьте в себя и любите то, чем вы занимаетесь.

Евстифеева Екатерина Алексеевна,  
директор муниципального общеобразовательного учреждения  
«Магнитогорский городской многопрофильный лицей  
при Магнитогорском государственном техническом университете (МГТУ)  
им. Г.И. Носова»



### **Уважаемые юные исследователи, родители и педагоги!**

Дорогие друзья, мы живем в сказке!

С незапамятных времен люди мечтали о чудесах: скатерти-самобранке, ковре-самолете, гусях-самогудах, чудо-печке, которая едет по щучьему велению через леса и поля.

Мы живем с вами в XXI веке, когда все чудеса стали реальностью. Да что там стали — превзошли самые смелые мечты! И создатели этих чудес не волшебники и чародеи, а инженеры и ученые, изобретатели и исследователи — люди, чьи гениальные идеи преобразили нашу жизнь.

Дорогие ребята! Ваш путь к научным вершинам только начинается. На этом пути от вас потребуются смелость, решительность, настойчивость, смекалка, знания, целеустремленность — качества, присущие всем сказочным героям. А еще взаимовыручка и умение работать в команде со своими наставниками — учителями и родителями! И только совместная творческая деятельность позволит претворить в жизнь мечту — сделать открытие в науке, изобрести полезную модель и победить в соревновании!

Уважаемые наставники — педагоги и родители! У всех героев всегда есть мудрые советники, которые и идею исследования подскажут, и с волшебным оборудованием помогут, и вовремя накормят и напоят и спать уложат! Низкий вам поклон за ваш труд! Пусть в ваших семьях и школах растут и воспитываются новые Ломоносовы, Менделеевы и Кулибины!

Демчук Лариса Анатольевна,  
директор МАОУ «Многопрофильный лицей № 148 г. Челябинска»

## Построение аксонометрии детали по ее ортогональным проекциям

Александрова Анна Валентиновна, учащаяся 10-го класса

Научный руководитель: Усатая Татьяна Владимировна, учитель информатики

МОУ «Магнитогорский городской многопрофильный лицей при Магнитогорском государственном техническом университете им. Г. И. Носова» (Челябинская область)

С детства мне нравилось заниматься рисованием и переносить свои идеи на лист бумаги с помощью карандаша. Четкие линии и различные штриховки для указания разных текстур и материалов превращали мою работу из «эскиза» в интересную композицию. С возрастом мои детские интересы не пропали и выбор будущей профессии я решила связать с черчением.

В современном машиностроении, архитектуре и промышленном дизайне основным графическим документом остается чертеж, выполненный в ортогональных проекциях. Система из трех видов (спереди, сверху, слева) позволяет с высокой точностью зафиксировать геометрию изделия, минимизируя погрешности при изготовлении. Однако по мере усложнения технических форм возникает объективная трудность: неспециалисту или технологу на производстве бывает сложно понять объемную форму детали, глядя на три плоских изображения. Кроме того, внутреннее устройство детали и сложные поверхности на ортогональных чертежах требуют использования условностей (разрезов, сечений), что снижает наглядность из-за нагромождения данных.

В таких случаях на помощь приходит аксонометрия — метод параллельного проецирования, позволяющий объединить точность размеров (с определенными

коэффициентами искажения) с наглядностью объемного рисунка. Важно подчеркнуть, что аксонометрические проекции не заменяют классический чертеж, а дополняют его, выступая в роли эффективного средства визуализации.

Прежде чем переходить к практическому построению чертежа, необходимо разобраться в методах проецирования, которые лежат в основе начертательной геометрии. Проецирование — это процесс получения изображения предмета на плоскости. В зависимости от положения центра проекций различают центральное (коническое) и параллельное проецирование.

При центральном проецировании все лучи исходят из одной точки — центра. Этот метод имитирует естественное зрительное восприятие, но не позволяет сохранить истинные размеры объектов. Параллельное проецирование, напротив, предполагает, что центр проецирования удален в бесконечность, а лучи становятся параллельными. Если направление лучей перпендикулярно плоскости проекций, такой метод называется ортогональным (прямоугольным). Именно ортогональное проецирование используется для создания классических чертежей (виды спереди, сверху, слева), так как оно минимизирует искажения формы и размеров (см. рис.1).

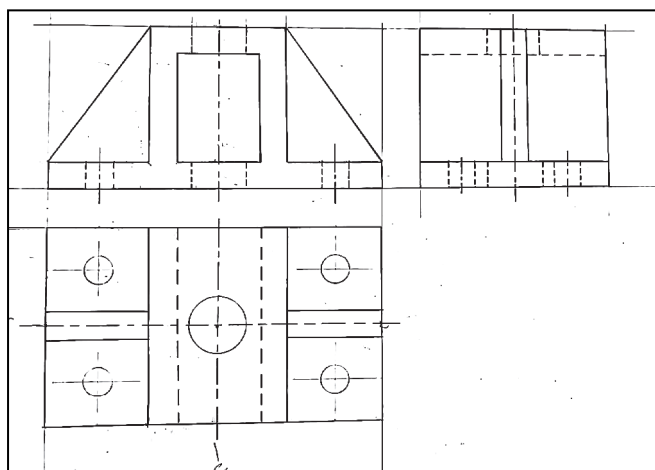


Рис. 1. Пример ортогонального проецирования

Аксонометрическая проекция — это разновидность параллельного проецирования, где предмет вместе с привязанной к нему системой координат проецируется на произвольную плоскость. В нашей работе мы будем

пользоваться одной из разновидностей аксонометрии — изометрией, которая имеет одинаковые углы наклона в  $120^\circ$  между осями (см. рис. 2).

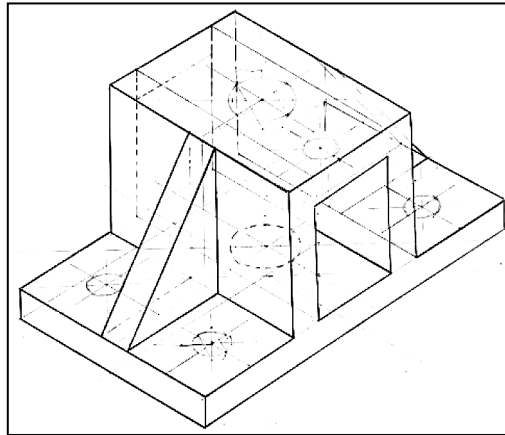


Рис. 2. Аксонометрическая проекция (прямоугольная изометрия)

Для подробного рассмотрения алгоритма построения изометрической проекции возьмем несколько ортогональных чертежей деталей (см. рис. 3).

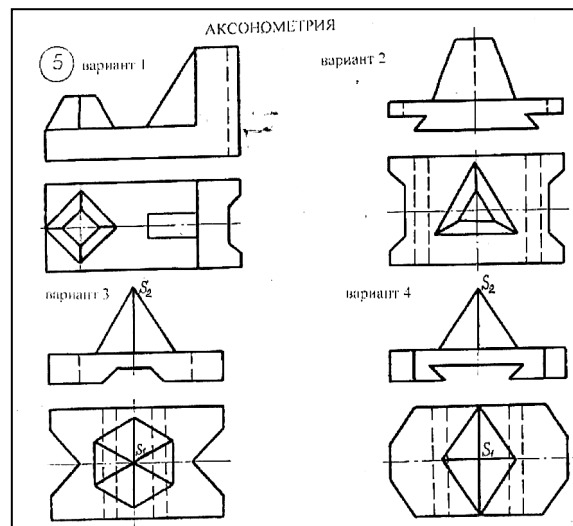


Рис. 3. Ортогональные проекции деталей

Шаг 1. Проводим тщательный анализ трех видов детали (фронтального, горизонтального и профильного). Мысленно раскладываем деталь на простые геометрические тела: призмы, пирамиды, цилиндры. Выделяем базовые точки, которые будут служить опорными при переносе координат.

Шаг 2. Чертим аксонометрические оси  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ ; с соблюдением углов  $120^\circ$ . На плоскости  $X$ ,  $Y$  строим основание детали, используя размеры с ортогональных проекций.

Шаг 3. Из каждой вершины основания проводим вертикальные прямые, параллельные оси  $Z$ . Длина этих отрезков соответствует высоте детали, взятой с фронтальной

проекции. Соединяем верхние точки и формируем верхнее основание и боковые грани детали.

Шаг 4. Моделируем сложные элементы: усеченные пирамиды, скосы и отверстия. Особое внимание уделяем последовательности действий. Например, при построении усеченной пирамиды сначала чертим нижнее основание, затем определяем высоту усеченной части, моделируем верхнее основание и соединяем вершины.

Шаг 5. Для окончательного оформления чертежа вводим основные линии и удаляем вспомогательные. Проверяем корректность углов между осями и соответствие размеров на аксонометрии исходным данным на ортогональных проекциях (см. рис. 4).

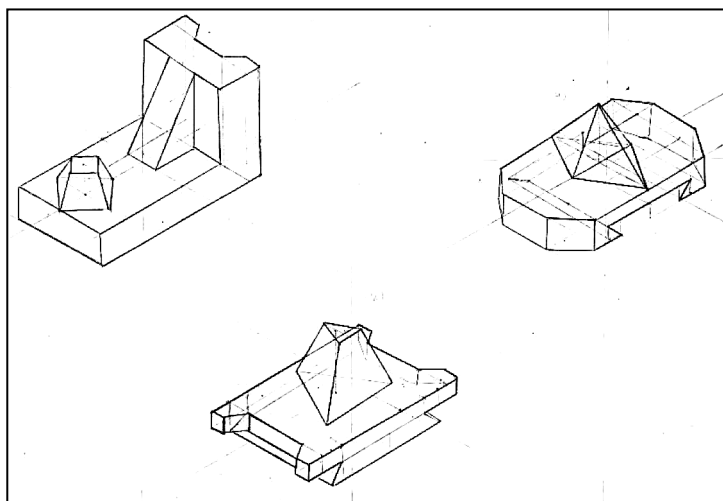


Рис. 4. Аксонометрические проекции деталей

Таким образом, мы видим, что ортогональные проекции наиболее точно передают размеры и геометрию объекта. Они не содержат искажений и являются основным документом для изготовления детали. Аксонометрическая проекция существенно выигрывает в наглядности. Она дает целостное, цельное представление о форме объекта, что особенно важно при презентации проекта,

согласовании сложных узлов или для специалистов, не имеющих глубоких навыков чтения чертежей. Оба метода не конкурируют, а дополняют друг друга. Аксонометрия делает чертеж «читаемым» и понятным, а ортогональные виды обеспечивают техническую корректность и возможность изготовления.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Малахов, С. А. Аксонометрия как метод архитектурного формообразования / С. А. Малахов, С. С. Боранов // Innovative Project. — 2017. — Т. 2, № 3(7). — С. 66–85.
2. Николаева, Л. Р. Методика построения выреза  $\frac{1}{4}$  части детали в аксонометрии / Л. Р. Николаева // Современные проблемы технического образования: материалы XXV Всероссийской научно-методической конференции, Йошкар-Ола, 28–29 марта 2025 года. — Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2025. — С. 203–205.
3. Табачук, И. И. Построение теней в аксонометрии и перспективе: Учебник / И. И. Табачук, Н. Н. Кузнецова, Г. В. Серга. — Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, 2017. — 181 с.

## Исследование управления сноубордом с точки зрения физики

*Бакгоф Мария Ивановна, учащаяся 11-го класса*

Научный руководитель: *Шмонькина Нелла Ивановна, учитель физики*  
 MAOU «Многопрофильный лицей № 148 г. Челябинска»

**М**ногие люди с нетерпением ждут выпадения снега, чтобы покататься на лыжах или сноуборде. Но далеко не многие задумываются, почему у них не получается повторить те же элементы на лыжах или сноуборде, которые выполняют другие катающиеся? На самом деле всё это можно объяснить с помощью законов физики.

При катании на сноубордиста и сноуборд действуют сила тяжести, центробежная сила, сила реакции опо-

ры. Зная, как работают эти силы, можно научиться ими управлять, что поможет улучшить навыки катания на сноуборде и избежать серьёзных травм.

Однако не стоит забывать, что на качество катания влияют и другие факторы: погодные условия, плотность снега, исправность крепления, форма доски, одежда.

Для начала рассмотрим конструктивные особенности сноуборда. У каждой доски есть боковая продольная часть, которая называется кантом. Она изготавливает-

ся из металла. Тот кант, на который направлены носки ступни, называется передним, соответственно, противоположный — задним. Спуск лицом к склону осуществляется на переднем канте. Для уверенного катания сноубордист должен освоить переход с одного канта на другой, так называемую перекантовку.

В своей работе я хочу провести исследование основных навыков управления сноубордом с точки зрения законов физики.

Первый прием, который мы рассмотрим, называется «управление весом». В нашем случае за вес мы будем принимать силу, с которой сноубордист вместе со сноубордом осуществляет давление на склон. В зависимости от выполнения сноубордистом различных упражнений данная сила может менять свое значение и направление. Например, при воздушной перекантовке, которая осуществляется в прыжке, она может иметь нулевое значение, а при движении по дуге — превышать силу тяжести.

Следующий навык, необходимый сноубордисту для уверенного катания, носит название «снятие» веса с канта. (рис.1)



Рис. 1. Поперечное равновесие на дуге

Проанализируем действия и направления сил при равномерном движении сноубордиста по дуге. Кроме силы тяжести ( $F_{тяж}$ ) и силы реакции опоры ( $R$ ), введем фиктивную центробежную силу инерции ( $F_{цб}$ ). Этот случай является наглядной демонстрацией «теоремы о трех силах». Три непараллельные силы находятся в единой плоскости и сходятся в одной точке, что позволяет телу находиться в равновесии.

При изменении положения сноубордиста в сторону склона сила реакции опоры ( $R$ ) смещается от центра тяжести. (рис.2). Учитывая, что равнодействующая центробежной силы ( $F_{цб}$ ) и силы тяжести ( $F_{тяж}$ ) —  $F_p$  находится с силой реакции опоры ( $R$ ) на разных линиях, возникает крутящий момент ( $M$ ). Подобный эффект можно наблюдать и при поднятии центра тяжести, с той разницей, что

крутящий момент будет направлен в противоположную сторону. Это происходит потому, что сила реакции опоры ( $R$ ) и равнодействующая сила ( $F_p$ ) не совпадают (рис.3). В данном случае вес тела сноубордиста по модулю равен силе реакции опоры, но направлен в противоположную сторону и приложен к склону в точке опоры.



Рис. 2. Спортсмен заваливается на склон



Рис. 3. Поднятие центра тяжести спортсмена

Есть несколько способов снятия веса с канта.

Во-первых, изменение веса можно достичь за счет ускорения тела, присев или совершив прыжок. Во-вторых, оперевшись о склон частью тела. В-третьих, изменив радиус дуги или линейную скорость, можно добиться уменьшения центробежной силы.

Следующим, с точки зрения законов физики, рассмотрим горнолыжный элемент, называемый ангуляция. При выполнении этого приема сноубордист изгибает какую-либо часть своего тела в сторону, противоположную центру поворота, тем самым увеличивает угол закантовки (рис.4).



Рис. 4. Ангуляция при катании

Отклонение центра тяжести от нормали приводит к тому, что составляющая веса ( $F_ж$ ) благодаря своей направленности задавливает сноуборд в склон и увеличивает центробежную силу. Задавливающая сила ( $F_з$ ) растет тем больше, чем сильнее центр тяжести отклоняется от нормали к канту. Векторная сумма задавливающей силы ( $F_з$ ) вместе с силой нормального давления ( $F_н$ ), направленной перпендикулярно доске, составляют равнодействующую силу ( $F_p$ ).

Любой сноубордист должен уметь во время катания управлять центробежной силой, что является еще одним полезным навыком, который позволяет спортсмену удерживать тело в наклоне и избегать падений.

Когда сноубордист только начинает движение по дуге, то в начале пути его вес ( $F_{p1}$ ) минимален и складывается из векторной суммы центробежной силы ( $F_{цб}$ ) и силы тяжести ( $F_{тяж}$ ) (рис.5, положение 1). По мере приближения к нижней точке, где дуга меняет направление, вес ( $F_{p2}$ ) увеличивается до максимальной величины (рис. 5, положение 2). В этот момент давление доски на склон усиливается за счет изменения центробежной силы, а спортсмен ощущает перегрузку.

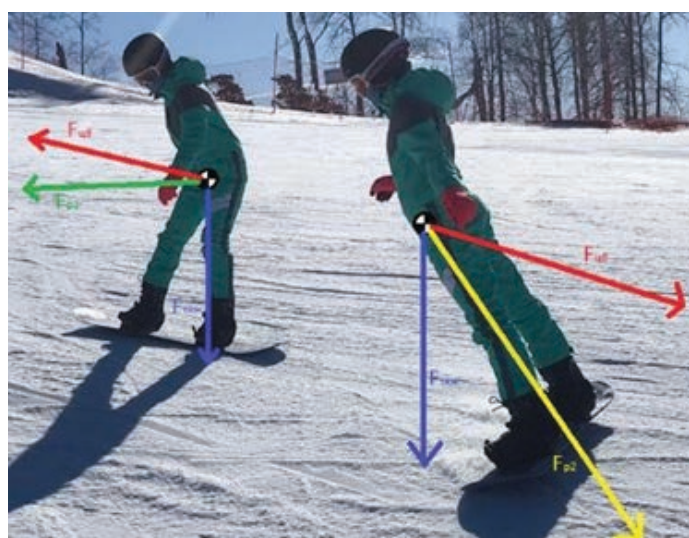


Рис. 5. Управление центробежной силой при катании

Таким образом, мы выяснили, что в основе катания на сноуборде лежат законы физики, зная которые, спортсмен сможет значительно улучшить свои профессиональные навыки.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Лукьяненко, В. П. Физическая культура: основы знаний [Текст] учебное пособие / В. П. Лукьяненко. — М.: Советский спорт, 2007. — 228 с.
2. Холодов, Ж.К., Кузнецов, В. С. Теория и методика физического воспитания и спорта [Текст] Учебное пособие для студ. высш. учеб. заведений / Ж. К. Холодов, В. С. Кузнецов. — М.: Издательский центр «Академия», 2001. — 480 с.
3. Физическая культура. 5–7 классы [Текст] учеб. для общеобразоват. учреждений / под общ. ред. В. И. Ляха. — М.: Просвещение, 2010. — 207 с.

# Радиоуправляемый планер с беспилотной машиной на борту для доставки грузов в труднодоступные места

Беликов Владислав Евгеньевич, учащийся 10-го класса;  
Чайников Иван Сергеевич, учащийся 10-го класса

Научный руководитель: Васильева Елена Викторовна, учитель математики

МОУ «Магнитогорский городской многопрофильный лицей при Магнитогорском государственном техническом университете им. Г. И. Носова» (Челябинская область)

С 2024 года на базе МОУ «МГМЛ» работает центр БАС, направленный на изучение строения и технологии беспилотных авиационных систем, а также разработку проектов по их оптимизации. Занятия в данном центре позволяют нам не только осваивать навыки управления беспилотными авиационными аппаратами, но и реализовывать собственные инженерные проекты. В этом году для участия в конкурсе «Инженерные кадры России» («ИКаР») вместе с нашими руководителями мы создали прототип радиоуправляемого планера с беспилотной машиной на борту для доставки грузов в труднодоступные места.

Актуальность нашей разработки обусловлена тем, что во многих регионах отсутствуют полноценные транспортные узлы, дороги, мосты или аэродромы. Это затрудняет своевременную поставку медикаментов, продуктов питания, образовательных и бытовых товаров, а также аварийную доставку в зоны стихийных бедствий и конфликтов.

Решить эту проблему мы предлагаем с помощью комбинированной системы «планер + РУ-модель с полезной нагрузкой». Это позволит снизить зависимость от инфраструктуры, обеспечит быструю навигацию в условиях ограниченной видимости и сложного рельефа, а также

уменьшит риск человеческого присутствия в опасных районах.

Согласно идее проекта, грузовой модуль планером доставляется до заранее определённой зоны, после чего спускается на парашюте и, двигаясь по земле, привозит груз на место.

Любая авиационная система строится вокруг силовой установки, поэтому первой задачей стал поиск оптимального радиоуправляемого планера и РУ-модели, с хорошей проходимостью по сложному рельефу.

Изначально нами были выбраны 2 устройства: планер ASW28 и RC-модель Remo-hobby SMAX. Однако анализ технических характеристик данных моделей показал, что их применение может ограничить возможности выполнения поставленных задач. Мы остановили свой выбор на планере «Стерх», так как он имеет больший размах крыльев, а следовательно, и большую грузоподъемность. Модель полностью печатается на 3D-принтере, что снимает проблему с поиском и заменой деталей. Вместо SMAX было принято решение использовать радиоуправляемую модель собственной разработки, специально спроектированную под задачи проекта (см. рис. 1).

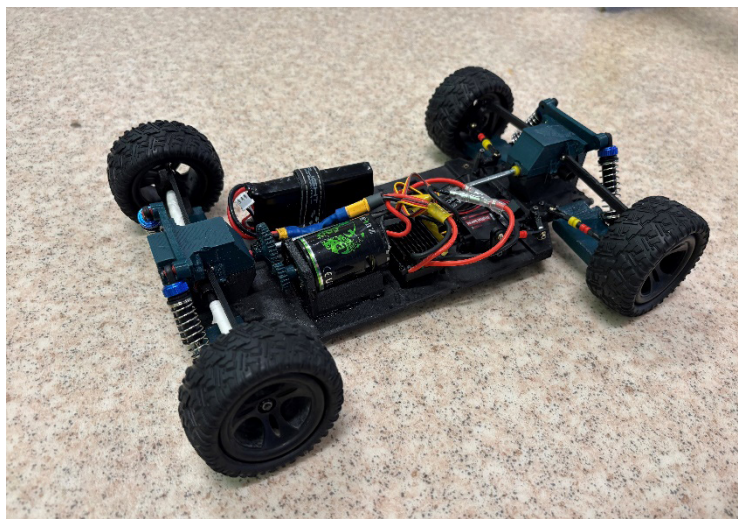


Рис. 1. Радиоуправляемая модель собственной разработки

После выбора модели планера, мы приступили к его изготовлению. На 3D-принтере Crealiti K1 Max были напечатаны консоли крыльев, киль и руль высоты. Для производства фюзеляжа планера использовались два 3D-принтера Two Trees BLU-3 (см. рис. 2).

После печати всех деталей началась сборка. Монтаж деталей производился с помощью кусочков филамента и цианакрилатного клея (см. рис.3).

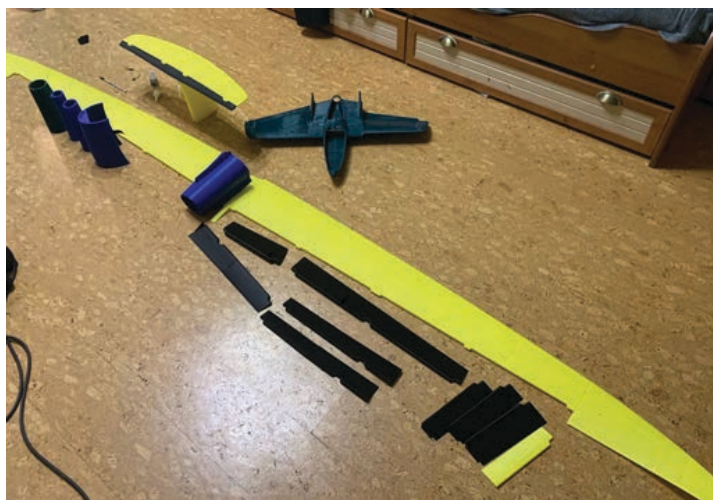


Рис. 2. Комплектующие модели планера «Стерх»



Рис. 3. Модель планера «Стерх» в сборе

При монтаже электронной системы управления мы использовали полетный контроллер speedybee f405 wing mini (FC BOARD и PDB BOARD), так как он дешевый и подходит для наших задач. В качестве видео-передатчика на данный момент используется caddx vista(VTX), в будущем планируется поставить аналоговую систему для большей дальности сигнала. Радиоприемник был взят es900(ELRS915), его протокол ELRS915 позволяет управлять планером на очень дальних расстояниях (до 30км). Регулятор оборотов стоит на 80a(ESC), в качестве мотора используется мотор 3530 1000кв (MOTOR). GPS модуль (GPS) стоит m10, что дает хороший сигнал и надежность. В качестве сервоприводов стоит

SG90(SERVO1-7). Схема использует lion 6S батарею на ячейках 18650.

В качестве ручного управления планера используется аппаратура JUMPER T-20 ELRS915, для управления RC-моделью используется на данный момент FR-SRY, модель управляется исключительно с помощью оператора. На полетном контроллере стоит прошивка ARDU-PILOT, что позволяет планеру работать без оператора, но при экстренных ситуациях управление можно перехватить.

В качестве полезной нагрузки планер может нести RC-модель с грузом или кейс с грузом. Для RC модели с помощью 3D-печати был изготовлен корпус с отсеком под парашют и груз (см. рис. 4).

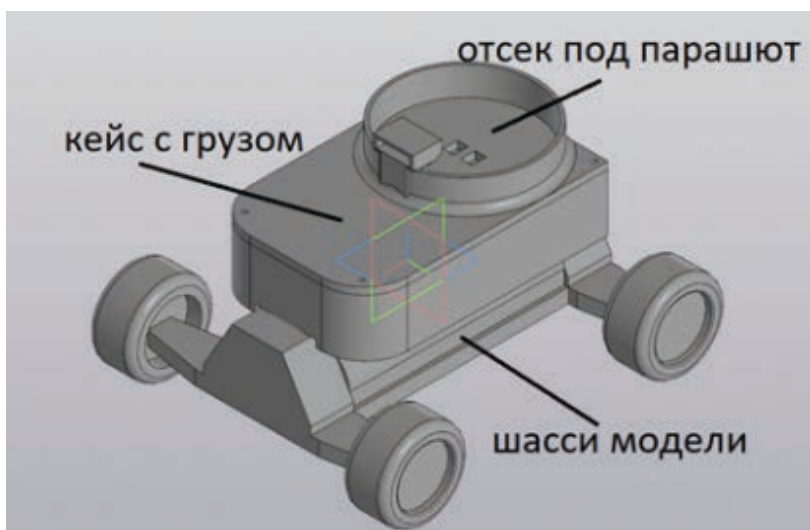


Рис. 4. 3D-модель RC-модели

На данный момент в модели как управление используется протокол FR-SKY, что позволяет использовать данную схему только на тестах, в планах поставить ELRS915 и аналоговую видеосистему. На RC-модели вместо колес планируется использовать гусеничные блоки, что обеспечит повышенную устойчивость и проходимость.

Таким образом, в ходе работы над проектом мы изучили аэродинамические свойства БВС, применимые

к радиоуправляемому планеру, научились работать с ручным, пневматическим и электрическим инструментом, станками, 3D-принтером; производить сборку прототипа из определенных материалов, а также производить и тестировать прототип. Итогом нашей работы стал полностью рабочий прототип радиоуправляемого планера с беспилотной машиной на борту, готовый для решения поставленных задач.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Андреев В. С. Применение полимерных композиционных материалов в авиастроении. — М.: Химия, 2010. — 256
2. Андреевский В. В. Проектирование планеров. — М.: Оборонгиз, 1951. — 247 с.
3. Фомин В. Н., Щербаков А. С. Беспилотные летательные аппараты: основы устройства и функционирования. — СПб.: ГУАП, 2013. — 264 с.
4. Шайдаков В. И., Гайдаренко О. В. Основы аэродинамики и динамики полета беспилотных летательных аппаратов. — М.: ИНФРА-М, 2017. — 192 с.

## Модель электромагнитного крана

*Вертопрахова Вероника Евгеньевна, учащаяся 8-го класса*

*Научный руководитель: Филиппова Валентина Вячеславовна, учитель физики*

МОУ «Магнитогорский городской многопрофильный лицей при Магнитогорском государственном техническом университете им. Г. И. Носова» (Челябинская область)

Электромагнитные явления окружают нас повсюду, хотя мы не всегда их замечаем. В современном мире промышленность, строительство и переработка отходов немислимы без мощных подъемных механизмов. Особое место среди них занимают электромагнитные краны.

Электромагнитный кран — это специализированное грузоподъемное оборудование, использующее мощный электромагнит вместо крюка для захвата ферромагнитных материалов (металлолом, слябы, листовая сталь, рельсы).

Принцип работы кранов подобного типа основан на создании магнитного поля при подаче тока, которое притягивает груз. Их главное преимущество перед механическими захватами в том, что они не требуют прямого контакта с грузом. Электромагнит может включиться, поднять тонны металлолома или стальных листов, перенести их и, отключившись, отпустить груз в нужном месте.

Различают три основных разновидности электромагнитных кранов: мостовые, козловые и консольные. Все они предназначены для перемещения грузов на откры-

тых площадках или в помещении складов и различаются принципами работы, конструктивными особенностями и мобильностью.

В своей работе я хочу подробнее остановиться на устройстве и специфике работы консольного крана, используя модель, собранную своими руками.

Основными элементами консольного крана являются вертикальная несущая колонна (или настенная ферма) и горизонтальная стрела (консоль), по которой передвигается электротельфер. **Грузозахватный механизм представляет собой электромагнитную шайбу (электромагнит), питаемую постоянным током для захвата металла.**

Для перемещения груза кран опускает магнитную шайбу на металлические изделия (металлолом, листы, заготовки). После подачи напряжения создается магнитное

поле и груз притягивается. Кран перемещается в нужное место, удерживая груз за счет постоянного магнитного поля. Для освобождения груза необходимо отключить питание катушки. Это приводит к исчезновению магнитного поля, а груз перестает притягиваться к магнитной шайбе.

Монтаж модели крана не вызвал больших затруднений. Для этого мы использовали детали от конструктора. Основные усилия потребовались для создания электромагнита. Перед началом работы были подготовлены все необходимые детали, материалы и инструменты: болт (сердечник электромагнита), катушка, медная обмоточная проволока, батарейка, выключатель, провода для соединения, гайки, винты, изолянта, ножницы, пинцет, канцелярский нож (см. рис. 1).



Рис. 1. Комплектующие для сборки электромагнита

На катушку намотали несколько плотных слоев медной проволоки. В качестве сердечника электромагнита мы использовали подготовленный болт, который поместили внутрь катушки. Свободные концы проволоки очистили от изоляции. Один конец провода присоеди-

нили к положительному полюсу батарейки, другой конец через выключатель присоединили к отрицательному контакту батарейки. Места соединений обмотали изоляционной лентой (см. рис. 2)



Рис. 2. Присоединение катушки с сердечником к батарейке

Для проверки работоспособности электромагнита в качестве груза были использованы металлические скрепки. Испытание показало, что после подачи тока

болт стал притягивать к себе приготовленные скрепки (см. рис. 3).

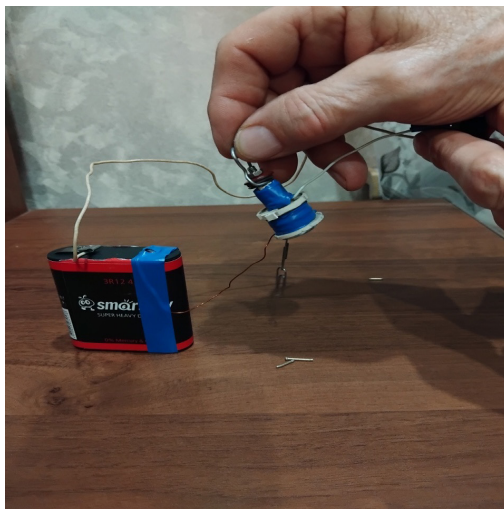


Рис. 3. Испытание электромагнита

Готовую электроконструкцию смонтировали в модель крана следующим образом:

— Батарейку прикрепили под днище крана.

— Провода от батарейки с выключателем вывели в кабину машиниста крана и далее на электромагнит, подвешенный на крюк крана (рис. 4).



Рис. 4. Модель крана с электромагнитом в сборе

На заключительном этапе мы еще раз проверили работу электромагнита, подвешенного к консоли модели крана. Для этого используя выключатель, размещенный в кабине машиниста крана, включили электрический ток. Вокруг сердечника создалось магнитное поле и металлические предметы (скрепка, гвозди, монетка) начали притягиваться к нашему электромагниту (рис. 5).

Магниты сопровождают нас в окружающей повседневной жизни. **Без магнитов сложно представить нашу жизнь: их используют в быту, медицине, автомобилестроении и энергетике.**

Электромагнитные краны являются ключевым инструментом для автоматизации погрузочных работ в современной промышленности, обеспечивая быстрое

перемещение металлоконструкций. Поэтому данный вид кранов получил очень широкое распространение. Созданную действующую модель консольного крана

можно использовать на уроках физики для демонстрации работы электромагнитов.



Рис. 6. Действующая модель электромагнитного крана

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Гареев К. Г., Мирошкин В. П., Тестов О. А. Применение магнитных материалов: учеб. пособие. — СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2019. — 341 с.
2. Кринчик. Г. С. Физика магнитных явлений. М.: Изд-во МГУ, 1976. — 367 с.
3. Мейяни А. Большая книга экспериментов для школьников М.: РОСМЭН, 2023. — 264 с.
4. Мнян М. Г. Новые профессии магнита. — М.: Просвещение, 1985. — 144 с.

## Проектирование робота-пылесоса с применением 3D-технологий

*Евстифеев Никита Никитич, учащийся 7-го класса;  
Томозов Гордей Евгеньевич, учащийся 8-го класса*

*Научный руководитель: Филиппова Валентина Вячеславовна, учитель физики*

МОУ «Магнитогорский городской многопрофильный лицей при Магнитогорском государственном техническом университете им. Г. И. Носова» (Челябинская область)

**В** настоящее время бурно развивается 3D-моделирование. Данное направление дает хорошую возможность школьникам внести свой вклад в развитие науки и новых технологий. С помощью 3D-моделирования обучающиеся школ под руководством своих наставников имеют возможность воплотить свои самые смелые технические идеи по созданию «полезных» вещей для современного мира. С точки зрения материальных расходов моде-

лирование не слишком затратно. Можно печатать детали для различных механизмов из обычного пластика. Для процесса печати моделей требуется лишь пластик, который сегодня можно купить в любом магазине. Доступность расходного материала и его невысокая цена позволяют сегодня проводить в различных городах России конкурсы по 3D-моделированию, участники которых могут продемонстрировать свое умение создавать трехмерные объекты.

В этом году в нашем городе проходил региональный этап IX «Всероссийской командной инженерной олимпиады школьников по 3D-технологиям». Олимпиада проводилась с целью создания условий для выявления, мотивации, поддержки и поощрения талантливых школьников, проявляющих интерес к инновационным 3D-технологиям, увлеченных изучением аддитивных технологий по техническим направлениям. Участие команды нашего лица в Олимпиаде не было случайным, так как мы уже несколько лет занимаемся 3D-моделированием, умеем проектировать трехмерные объекты и печатать их на 3D-принтере.

На первом этапе Олимпиады все участники ознакомились с темой, в рамках которой необходимо было разработать проекты. По завершении состязания команды представили свои разработки для оценки жюри. Основная тема проводимой Олимпиады была посвящена решению экологических проблем в нашей стране. Сумма итоговых баллов, по которым определялся победитель, складывалась из оценок презентации проекта и прототипа разработки, созданной с помощью 3D-принтера.

Команда МОУ «МГМЛ» разработала проект под названием «CleanBot-Pro», направленный на решение проблемы с низкой эффективностью и высокой стоимостью традиционных способов сбора мусора, а также помощь людям с ограниченными возможностями. Наш проект рассчитан на полную замену классических роботов-пылесосов и помощь людям с ограниченными возможностями с уборкой дома. Этот робот может утилизировать

мусор, тем самым решать проблему с переработкой мусора по всей стране.

На данный момент проблема со сбором мусора активно решается различными компаниями, такими как «ZenRobotics», «AMP Robotics», «Nevlabs», «СиСорт» и др. Однако они не могут собирать крупногабаритные виды мусора. «CleanBot-Pro» направлен на сбор и утилизацию различных видов мусора, таких как пластик, бумага и пищевые отходы. Сборка мусора осуществляется с помощью клешней, которые сортируют его по виду (пищевые отходы, пластик, бумага). Утилизация проводится посредством высокой температуры на станции, до которой робот доезжает автоматически. Стоит упомянуть, что сейчас роботы-пылесосы в среднем стоят от 20 до 60 тыс. рублей. По такой цене роботов можно найти в любом магазине техники. Продукт нашего проекта обойдется в 5 раз дешевле.

Работа над проектом осуществлялась поэтапно. В самом начале наша команда подготовила и проверила всю необходимую технику (3D-принтер и ноутбуки, на которых осуществлялась работа). Затем началось создание презентации проекта и моделирование отдельных компонентов в программе «Компас». Позже, как только необходимые детали были спроектированы, сразу был запущен процесс их печати на 3D-принтере. После печати всех необходимых элементов, работа над презентацией была закончена. На заключительном этапе работы наша команда собрала и протестировала прототип робота-пылесоса (рис. 1).

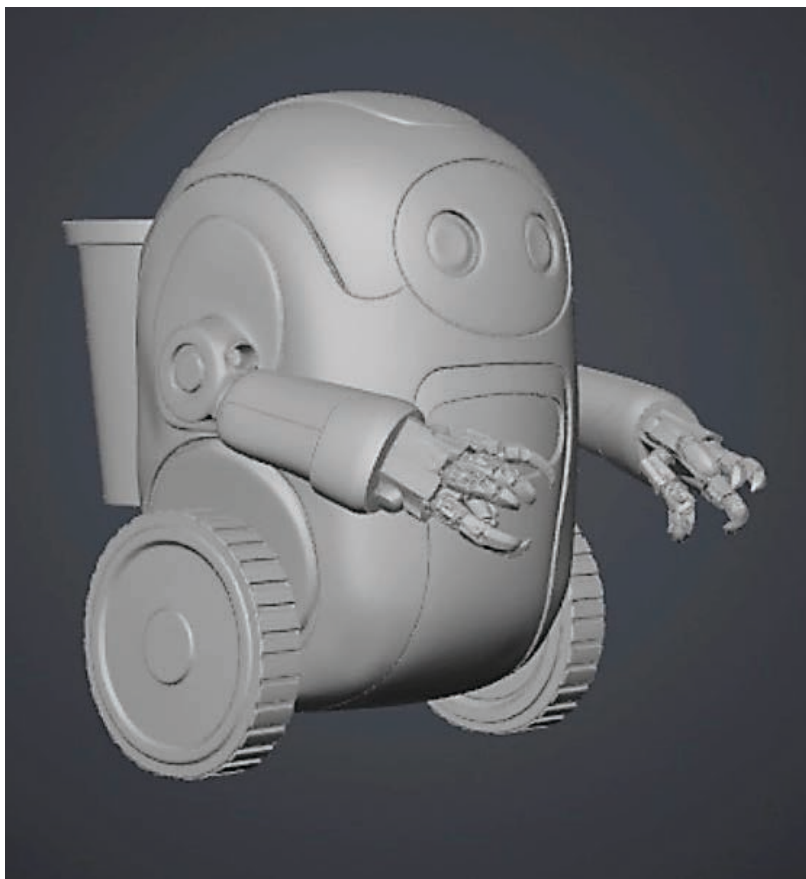


Рис. 1. 3D-модель робота-пылесоса

Плюс данного проекта заключался в том, что он может полностью заменить классических роботов-пылесосов. А также этот робот способен утилизировать мусор, тем самым решая проблему переработки бытовых отходов по всей стране.

Принцип работы нашей модели заключается в следующем: робот-пылесос перемещается по заданной территории и собирает мусор с помощью клешней. Если возникает необходимость, он может выдвинуть «вентиляторы» и убрать пыль с пола. Собранный мусор распределяется по съемным корзинам (для бумаги, пластика и пищевых отходов). После выполнения задач, робот едет утилизировать мусор на станцию. Мусор сортируется с помощью камеры, которая прикреплена к роботу.

Мы считаем, что наш проект будет интересен потребителям, так как принцип работы пылесоса достаточно прост и он не требует присутствие человека (в отличие от аналогов). Мы допускаем, что эксплуатация первой модели может сопровождаться некоторыми сбоями в программах. Дальнейшая отладка программного обеспечения будет направлена на достижение полной автоматизации работы модели.

Наш проект способен полностью заменить классических роботов-пылесосов и помочь людям с ограниченными возможностями с уборкой дома. Этот робот может утилизировать мусор, что поможет решить проблему с переработкой бытовых отходов во всей стране.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Усатая, Т. В. Трехмерное компьютерное моделирование в проектно-технологической деятельности / Т. В. Усатая, Д. Ю. Усатый, Е. А. Свистунова // Автоматизированные технологии и производства. — 2015. — № 4(10). — С. 28–31.
2. Хрусталева, Н. В. Проектная деятельность с использованием 3Д-технологий / Н. В. Хрусталева // В мире студенческой науки: сборник статей Международного научно-исследовательского конкурса, Пенза, 10 мая 2021 года. — Пенза: Общество с ограниченной ответственностью «Наука и Просвещение», 2021. — С. 138–140.

## Домашняя акустическая система своими руками

*Ерёмин Ярослав Дмитриевич, учащийся 10-го класса*

*Научный руководитель: Фасалова Елена Анатольевна, учитель информатики*

МОУ «Магнитогорский городской многопрофильный лицей при Магнитогорском государственном техническом университете им. Г. И. Носова» (Челябинская область)

**И**дея создания акустической системы возникла спонтанно, когда мое внимание привлекло объявление о продаже универсального мультимедийного модуля, который поддерживал четыре режима работы: Bluetooth, AUX (линейный вход), FM-радио и воспроизведение с внешних накопителей. На мой взгляд, иметь в модуле сразу четыре источника сигнала достаточно удобно, поэтому свой проект по созданию акустической системы я решил спроектировать на базе данного модуля.

Первая конфигурация моей акустической системы была достаточно простой и включала в себя сам мультимедийный модуль, усилитель мощности 15 Вт и две телевизионные колонки, представляющие собой динамики небольшой мощности от старых телевизоров.

Данная версия системы работала стабильно. Сочетание телевизионных колонок сопротивление 4–8 Ом и усилителя мощностью 15 Вт обеспечивало достаточную громкость для небольших помещений. Однако, в процессе эксплуатации произошёл выход из строя контакта, отвечающего за вывод звука на левый канал. Это послужило причиной начала модернизации акустической системы.

Во второй версии была произведена замена усилителя на более мощную модель — 30 Вт. Это позволило вос-

становить стереозвучание, а также увеличить громкость звука и улучшить его качество.

Новый усилитель имел аналогичный способ подключения (контакт для припаивания проводов), что позволило без проблем соединить его с существующим мультимедийным модулем.

Следующим и заключительным на данный момент шагом в усовершенствовании акустической системы стало добавление сабвуфера, отвечающего за звуки низких частот. Так как используемый усилитель не предусматривает отдельного канала для сабвуфера, то для решения данной проблемы был приобретен новый усилитель, имеющий два канала для фронтальных колонок (стерео) и один выделенный канал для сабвуфера. Такая конфигурация имеет нумерацию 2.1.

Новый усилитель имел встроенный способ воспроизведения по Bluetooth и AUX, но в данной модели не были предусмотрены FM-радио и USB/SD-плеер. Это сужало функционал системы по сравнению с предыдущим мультимедийным модулем.

Чтобы не потерять дополнительные функции (радио, воспроизведение с внешних носителей, пульт ДУ), было принято решение оставить мультимедийный модуль в системе. Данный шаг потребовал технического согласования модуля с новым усилителем. Для этого к выво-

дам аудиовыхода на мультимедийном модуле был припаян штекер mini-jack 3.5 мм, который был подключен к AUX-входу усилителя. Такое техническое решение позволило модулю выполнять функцию источника сигнала (выбор треков, радио, чтения накопителей), а усилителю — функцию увеличения мощности и распределения сигнала по трём акустическим каналам.

Поскольку модуль и усилитель имеют собственные регуляторы громкости, потребовалось настроить оптимальный баланс их звучания:

- громкость на модуле обычно устанавливается на 80–90 % (чтобы избежать искажений на выходе);
- громкость на усилителе используется для основной регулировки уровня звука.

Третья версия модернизации акустической системы началась с замены усилителя на модель 2.1 (50 Вт + 50 Вт + 100 Вт). Крепление акустического кабеля к данной модели происходит через болтовые соединения, что обеспечивает более надёжный контакт и не требует пайки для подключения.

Замена усилителя повлекла за собой изменения в организации общего питания. Ранее элементы могли питаться от одного источника, т. к. не имели специализированного разъёма питания. В новом же усилителе был с завода предусмотрен разъём DC 12 В.

Данная проблема была решена покупкой блока питания с напряжением 12 Вольт и силой тока 5 Ампер. Также был припаян разъём DC 12 В к линиям питания модуля.

В итоге конфигурация акустической системы приобрела следующий вид. Источником сигнала выступает универсальный мультимедийный модуль (Bluetooth, AUX, радио, USB/SD-плеер). Мощность сигнала обеспечивает усилитель 2.1 (50 Вт + 50 Вт + 100 Вт) с болтовыми клеммами и встроенным Bluetooth/AUX. За громкость и качество звука отвечают две фронтальные колонки и сабвуфер для низких частот. Питание модуля и усилителя осуществляет единый блок 12 В / 5 А. Подключение модуля к усилителю происходит через разъём mini-jack 3.5 мм, а колонки и сабвуфер соединены с усилителем через болтовые клеммы (рис. 1).

Данная версия акустической системы не окончательна и в ближайшее время планируется провести еще ряд доработок:

1. Заменить блок питания на более мощный и качественный (12 В / 10–15 А и повысить напряжение до 24 В для полного раскрытия потенциала усилителя.
2. Заменить боковые колонки на более мощные (25–50 Вт) для улучшения качества звучания высоких частот.
3. Сделать корпус для боковых колонок из дерева, который можно открыть.



Рис. 1. Итоговая конфигурация акустической системы

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Алексеев А. Создание акустических систем высокого класса: пошаговая инструкция / А. Алексеев [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [https://nazarov-gallery.ru/news/sozдание\\_akusticheskikh\\_sistem\\_vysokogo\\_klassa\\_poshagovaya\\_instruktsiya/](https://nazarov-gallery.ru/news/sozдание_akusticheskikh_sistem_vysokogo_klassa_poshagovaya_instruktsiya/) (дата обращения: 24.04.2026)
2. Герасимов, А. И. Проектирование акустики домашних кинотеатров / А. И. Герасимов, С. Д. Горчакова // Инженерный вестник Дона. — 2019. — № 1(52). — С. 183.

# Разработка AR-приложения «Объекты Всемирного культурного наследия»

Закиров Роман Евгеньевич, учащийся 5-го класса

Научный руководитель: Чуманова Елена Александровна, учитель биологии

МОУ «Магнитогорский городской многопрофильный лицей при Магнитогорском государственном техническом университете им. Г. И. Носова» (Челябинская область)

По способу восприятия информации всех людей можно условно разделить на аудиалов, визуалов и кинестетиков. Это зависит от того, какой канал для познания мира у человека является более предпочтительным: слух, зрение или тактильные ощущения. Разная информация поступает к нам в различных форматах, поэтому желательно при обучении задействовать несколько органов чувств.

В своем проекте, посвященном объектам Всемирного культурного наследия, я разработал продукт, воздействующий сразу на несколько каналов восприятия.

Печатную информацию об объектах Всемирного культурного наследия я разместил в брошюре, а для доступа к видеоматериалам создал приложение дополненной реальности. Активировать приложение можно наведя камеру на изображение объекта в брошюре.

Мой проект позволяет ознакомиться с такими объектами Всемирного культурного наследия как: Эйфелева башня, Великая Китайская стена, Московский Кремль, Моаи, Памятник «Родинамать зовёт!», Большой сфинкс, Статуя Свободы, Сиднейский оперный театр и Тадж-Махал.

Для создания брошюры использовалось приложение Microsoft Word.

Каждое изображение в брошюре сопровождается кратким описанием. На обложке изображены все объекты, которые я включил в содержание брошюры. Дизайн страниц содержит специальную подложку, а на последней странице я разместил информацию о том, как скачать приложение (см. рис. 1)



Рис. 1. Начальная и заключительная страницы брошюры

Для создания AR-приложения использовалась программа EV Toolbox от компании ООО «ЭлигоВижн». Вся работа над созданием приложения можно разделить на несколько этапов.

Первый этап — создание описания работы проекта.

При запуске проекта должны быть видны все объекты стартового окна независимо от того, как настроено свойство видимости в дереве объектов конструктора. Кнопка «Главная страница» изначально должна быть скрыта.

При нажатии на кнопку «СТАРТ» пользователь видит изображение с камеры, кнопку «Главная страница». При показе метки в камере включается видео. После этого ко-

личество меток увеличивается на 1. Счетчик для пользователя представляет собой количество просмотренных видео. При повторном показе метки она уже не анализируется. После достижения задуманного количества указанных меток пользователь видит сообщение «Спасибо за внимание!». При нажатии на кнопку «Главная страница», все данные сбрасываются и просмотр видео можно будет пройти заново.

В окне «СТАРТ» видна кнопка «Главная страница», которая переводит на стартовое окно меню. При переходе на стартовое окно меню и повторном нажатии на кнопку «СТАРТ» подсчет меток начинается сначала.

На втором этапе были созданы все обязательные объекты приложения: «система», «счетчик», «проекция на экран», «стартовое окно», «кнопка запуска AR-режима», «текст с надписью «СТАРТ», «кнопка создателя», «текст с надписью «Создатель», «окно Дополненной реальности

(AR-режим)», «объект Видео», «Главная страница», «метки».

Фон в приложении я сделал по аналогии с подложкой в брошюре. Кнопки приложения оформил в одном стиле (см. рис. 2).



Рис. 2. Главное меню приложения

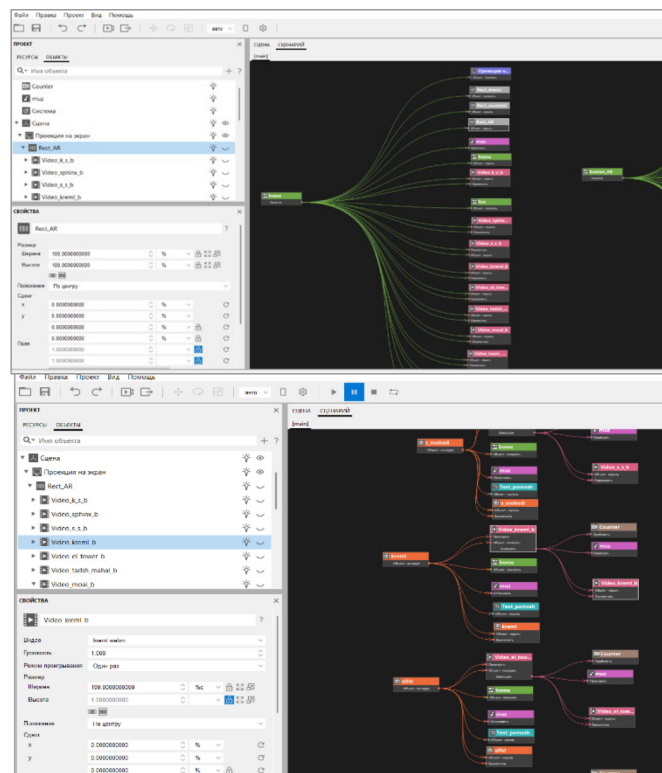


Рис. 3. Сценарий AR-приложения

На заключительном этапе я написал сценарий проекта согласно подготовленного описания (см. рис. 3). В процессе работы я проверял как работает создаваемое приложение: нажимал на кнопки, наводил камеру

на изображения и т. д. После показа каждого изображения из брошюры должно появиться соответствующее видео. В конце появится заключительная страница (см. рис. 4).



Рис. 4. Заключительная страница приложения

Результатом моего проекта стало обучающее AR-приложение, работающее в связке с брошюрой. AR-приложение и брошюра могут использоваться как для самосто-

ятельного изучения объектов Всемирного культурного наследия, так и в качестве дополнительного материала на уроках.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Руководство пользователя EV Toolbox 3.6 — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://eligovision.ru/toolbox/docs/3.6/>
2. Трепакова, Е. В. Создание приложений с технологией дополненной реальности в рамках проектной деятельности в школе / Е. В. Трепакова // Вестник МГПУ. Серия: Информатика и информатизация образования. — 2022. — № 4(62). — С. 22–28.

## Исследование свойств биологических тканей по спектру прошедшего излучения оптического диапазона

*Зарезина Елизавета Антоновна, учащаяся 11-го класса*

Научный руководитель: *Иголкина Александра Александровна, учитель химии*  
 MAOY «Многопрофильный лицей № 148 г. Челябинска»

*Статья посвящена исследованию поглотительной способности биологической ткани по спектрам прошедшего излучения видимого и ближнего инфракрасного диапазонов.*

**Ключевые слова:** *спектрометр, биологическая ткань, прошедшее излучение, поглотительная способность.*

**В** настоящее время трудно представить прогресс в медицине без современных диагностических технологий, которые позволяют быстро и эффективно «заглянуть» внутрь организма, не повреждая его. Получаемая информация позволяет подобрать оптимальные режимы воздействия для лечения различных заболеваний. В частности, эффективность лечения с применением лазерного излучения сильно зависит от способности тканей поглощать излучение определенной длины волны. Спектрофотометрические методы основаны на измерении характеристик прошедшего сквозь исследуе-

мый объект излучения с последующей обработкой этой информации для получения сведений о поглотительной способности объекта.

**Целью данной работы является исследование поглотительной способности биологических тканей по спектрам прошедшего излучения.**

Для достижения цели были поставлены задачи: освоить принцип проведения измерений спектра прошедшего излучения с помощью спектрометра «AvaSpec» (Нидерланды); освоить принципы обработки спектров излучения; создать экспериментальную установку для

измерения спектров прошедшего излучения; провести тестовые измерения спектров прошедшего излучения для тканеподобных веществ.

**Объект исследования:** биологические ткани.

**Предмет исследования:** спектры прошедшего излучения.

**Актуальность:** поглотительная способность биологических тканей существенным образом влияет на эффективность лечения с применением электромагнитного излучения в современных лазерных технологиях лечения.

**Методы исследования:** анализ информации, эксперимент.

**Практическая значимость проекта:** полученные данные позволят создавать или оптимизировать существующие лазерные технологии лечения различных заболеваний.

Большое количество современных медицинских технологий для лечения основано на применении электромагнитного излучения, генерируемого лазерными источниками [1, 2]. Технологии, основанные на локальном нагреве патологических областей лазерным излучением, получили название лазерной термотерапии [3]. Лазерная термотерапия заключается в подведении к патологической области лазерного излучения ближнего инфракрасного диапазона, где биологическая ткань наиболее прозрачна, и объемном прогревании в течение определенного времени при температурах, при которых патологические клетки гибнут, а здоровые клетки выживают. Лазерная термотерапия выгодно отличается от других методов лечения локальным и малоинвазивным воздействием, так как доставка излучения осуществляется через тонкие кварцевые световоды (диаметр волокна 400–600 мкм), а также отсутствием тяжелых последствий и осложнений, возможностью многократного повторения процедуры лечения.

Эффективность этих операций сильно зависит от способности тканей поглощать лазерное излучение, так как именно поглощенная энергия вызывает повышение температуры в области воздействия. Но поглотительная способность различных тканей организма разная и зависит от большого количества факторов. В первую очередь, она зависит от концентрации поглотителей электромагнитного излучения и от их способности поглощать излучение определенной длины волны. Известно, что основными поглотителями биологических тканей в видимом инфракрасном диапазоне являются вода, гемоглобин и меланин. Спектр коэффициента поглощения этих поглотителей крайне неоднороден. Следовательно, поглотительная способность ткани может сильно отличаться от индивидуальных особенностей самого человека и состояния ткани (в здоровом и патологическом состоянии концентрации поглотителей их поглотительная способность может отличаться). Поэтому для разработки эффективных режимов воздействия для проведения термотерапии требуется проведение предварительных исследований поглотительной способности тканей. Провести такие исследования можно на фантомах тканей в лабораторных условиях.

Основная идея метода заключается в измерении характеристик прошедшего сквозь образец ткани излуче-

ния либо рассеянного излучения. Интенсивность прошедшего (или рассеянного) излучения будет зависеть от свойств образца: чем больше поглощение, тем меньше излучения сможет выйти из ткани, следовательно, интенсивность прошедшего излучения для таких тканей будет существенно меньше. Известно, что излучение разных длин волн по-разному рассеивается и поглощается тканями. Поэтому более полную информацию об исследуемом объекте можно получить, исследуя целый спектр излучения, то есть зависимость интенсивности излучения от длины волны. Образец облучается источником белого света (то есть излучением, в котором присутствуют все длины волн ультрафиолетового, видимого и ближнего инфракрасного диапазонов). Излучение внутри образца может рассеиваться, поглощаться и выходить из образца.

Вышедший из образца поток излучения направляется для регистрации на спектрометр (то есть прибор, который и позволяет раскладывать белый свет в спектр и измерять характеристики этого излучения). В дальнейшем характеристики прошедшего излучения, которое зарегистрировал спектрометр, выводятся на компьютер для последующей обработки.

Преимуществом спектрометра является одновременное получение информации об интенсивности излучения для всех длин волн. Платой за это преимущество является получение не истинного, а «искаженного» спектра, который называют приборным. Искажается он из-за двух причин. Во-первых, к спектру «добавлена» постоянная составляющая, которую в спектрометрии называют темновым током. Ее источником могут являться посторонние источники света, которые вносят дополнительный вклад в измерения. Во-вторых, линейка фотодиодов спектрометра обладает разной fotocувствительностью к разным длинам волн (далее коэффициент чувствительности обозначим  $\alpha$ ). Следовательно, приборный спектр и истинный спектр связаны соотношением:

$$A_{\text{пр}}(\lambda) = \alpha(\lambda)A_{\text{и}}(\lambda) + d, \quad (1)$$

где  $A_{\text{пр}}(\lambda)$  — приборный спектр, то есть зависимость интенсивности  $A$  от длины волны  $\lambda$ ,  $A_{\text{и}}(\lambda)$  — истинный спектр,  $d$  — интенсивность излучения темного фона,  $\alpha(\lambda)$  — коэффициент чувствительности фотодетекторов для длины волны  $\lambda$ .

Для получения истинного спектра в спектрометре предусмотрено измерение темного фона и его автоматическое вычитание из приборного спектра. Определение коэффициента  $\alpha(\lambda)$  связано с проведением еще одного, эталонного измерения, и получения спектра другого вещества. Такой спектр называется референсом. Приборный спектр эталонного вещества будет иметь тот же самый коэффициент чувствительности:

$$R_{\text{пр}}(\lambda) = \alpha(\lambda)R_{\text{и}}(\lambda) + d, \quad (2)$$

где  $R_{\text{пр}}(\lambda)$  — приборный спектр референса, — истинный спектр референса.

Совместное решение (1)-(2) позволяет получить истинные спектры исследуемого объекта по отношению к референсу:

$$A_{\text{и}}(\lambda) = \frac{A_{\text{пр}}(\lambda) - d}{R_{\text{пр}}(\lambda) - d} R_{\text{и}}(\lambda).$$

В настоящей работе в качестве референсного вещества выбрана дистиллированная вода, так как в видимом

и ближнем инфракрасном диапазоне вода практически не поглощает электромагнитное излучение, поэтому спектр прошедшего излучения для нее в этом спектральном диапазоне постоянный.

В настоящей работе создана установка для измерения спектров прошедшего излучения (рис. 1). В качестве

источника белого света была взята галогенная лампа фирмы «Ocean Optics», которая генерирует излучение в широком диапазоне от 200 до 1100 нм, то есть охватывает ультрафиолетовый, видимый и ближний инфракрасный спектр.



Рис. 1. Экспериментальная установка

В видимой и ближней инфракрасной области интенсивность излучения лампы постоянна. По световоду это излучение подается на исследуемый объект, излучение внутри этого объекта рассеивается и поглощается, а часть проходит сквозь объект. Прошедшее излучение собирается и по световоду направляется в спектрометр, который раскладывает этот прошедший белый свет в спектр, и на компьютере получается приборный спектр прошедшего излучения. В настоящей работе использовался спектрометр фирмы «Avantes» (Нидерланды).

Экспериментальная часть работы выполнялась на базе ФГБОУ ВО «Челябинский государственный универ-

ситет», кафедра общей и теоретической физики, лаборатория медицинской физики.

В ходе работы проведены тестовые измерения спектров прошедшего излучения для тканеподобных веществ: вода, красный краситель, яичный белок, интралипид. Результаты показали, что спектры прошедшего излучения чувствительны к поглотительной способности ткани, а, следовательно, могут быть использованы в диагностических целях, для оптимизации или создания медицинских технологий с применением электромагнитного излучения.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Abushkin, I.A. Photothermal interactions with interstitial thermotherapy of vascular formations by infrared laser radiation of different wavelengths and the possibility of their ultrasonic evaluation / I.A. Abushkin, V. M. Chudnovsky, A. G. Denis et al. // Proceedings Volume 10876, Optical Interactions with Tissue and Cells XXX; 108761C (2019). <https://doi.org/10.1117/12.2510702>.
2. Abushkin, I. A. Near-infrared laser treatment of complicated hemangiomas in children: ten-year clinical experience / I. A. Abushkin, V. A. Privalov, A. V. Lappa // Proc. SPIE 7883, Photonic Therapeutics and Diagnostics VII, 78830H (17 February 2011); <https://doi.org/10.1117/12.874791>.
3. Seliverstov, O. V. Laser-induced interstitial thermotherapy in treatment of recurrent nodular goiter and thyroid cancer / O. V. Seliverstov, V. A. Privalov, A. V. Lappa et al. // Proc. SPIE Laser-Tissue Interactions, Therapeutic Applications, and Photodynamic Therapy. Reginald Birngruber; Hubert van den Bergh; Eds. — 2001. — Vol. 4433. — P. 174–179.
4. Технология ELOS. Презентация (слайд 13) [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://fr.slideserve.com/don/elos>.
5. Тучин, В. В. Оптика биологических тканей. Методы рассеяния света в медицинской диагностике: пер. с англ. / В. В. Тучин. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012. — 811 с.
6. Малогабаритный многоканальный спектрометр «Колибри-2» до 2017 / [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [https://www.vmk.ru/product/spektrometry/malogabaritnyy\\_mnogokanalnyy\\_spektrometr\\_kolibri-2.html](https://www.vmk.ru/product/spektrometry/malogabaritnyy_mnogokanalnyy_spektrometr_kolibri-2.html).

## Анализ велосипедных конструкций с точки зрения геометрии

Калита Иван Александрович, учащийся 7-го класса

Научный руководитель: Васильева Елена Викторовна, учитель математики

МОУ «Магнитогорский городской многопрофильный лицей при Магнитогорском государственном техническом университете им. Г. И. Носова» (Челябинская область)

Современный человек уже не представляет свою жизнь без автомобиля. Но вместе с комфортом он одновременно получает и загрязнение окружающей среды выхлопными газами. Частично эту проблему можно решить с помощью электромобилей, в которых используются аккумуляторы. Однако производство аккумуляторных батарей также не является экологически чистым. Велосипед в свою очередь отличается доступностью, экологической безопасностью, позволяет людям заниматься спортом, поддерживать здоровье, наслаждаться природой во время поездок.

В своей работе мы проведем исследование эффективности работы велосипедных конструкций с точки зрения геометрии. В частности, рассмотрим особенности и работу таких деталей, как велосипедная рама и руль, используя базовые знания по геометрии.

Работа велосипедной рамы рассматривалась нами в аспекте трех составляющих: управление и курсовая устойчивость, биомеханическая эффективность, распределение нагрузки и динамика работы.

Проведенный анализ работы рамы велосипеда с точки зрения ее управления и курсовой устойчивости позволил сделать следующие выводы:

- угол рулевой колонки определяет быстроту реакции на руление: острые углы повышают маневренность, тупые — курсовую стабильность на высоких скоростях;
- вылет вилки и Трейл. Трейл — это плечо обкатки, расстояние между точкой контакта колеса и проекцией оси рулевой колонки. Он создает самоцентрирующийся момент, обеспечивая стабильность прямолинейного движения (рис. 1).

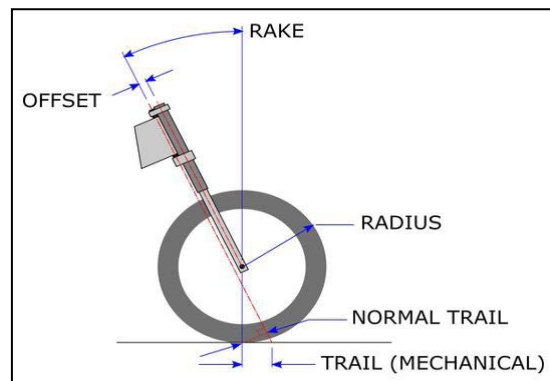


Рис. 1. Плечо обкатки велосипеда (трейл)

Результаты исследования биомеханической эффективности работы велосипедной рамы нашли отражение в следующих заключениях:

- угол подседельной трубы определяет горизонтальное положение центра массы велосипедиста относительно кареточного узла. Это критически важно для оптимизации передачи мышечного усилия на шатуны и эффективного задействования групп мышц бедра;
- Reach и Stack: Современные стандарты измерения, определяющие «рабочее пространство» гонщика (горизонталь от каретки до рулевой) отвечает за удобство посадки, (вертикаль) — за ее высоту и аэродинамический профиль.

После рассмотрения распределения нагрузки и динамики работы рамы, можно сказать, что:

- длина перьев влияет на жесткость заднего треугольника и колесную базу: короткие перья увеличивают жесткость и эффективность передачи крутящего момента, длинные — способствуют демпфированию вибраций и стабильности;
- провис каретки: расстояние от осей колес до оси каретки. Низкий центр тяжести повышает устойчивость при прохождении поворотов, но ограничивает дорожный просвет.

По вопросу сопротивления деформационным нагрузкам, мы выяснили, что геометрия «двойного ромба» (классическая рама) является оптимальной ферменной конструкцией. Она преобразует изгибающие нагрузки в напряжения сжатия и растяжения, что позволяет минимизировать вес конструкции при сохранении высокой торсионной жесткости. Результаты исследования работы велосипедной рамы представлены в таблице 1.

Таблица 1. Анализ работы рамы в велосипеде

Узел рамы	Доля общей нагрузки (%)	Тип физического воздействия	Факторы влияния
Кареточный узел	40–60 %	Циклическое сжатие, кручение (торсионная нагрузка)	Пиковые нагрузки при педалировании «танцовщицей» (стоя).
Задний треугольник (перья)	50–70 %	Сжатие, изгиб, вибрационное поглощение	Основной вес велосипедиста (через подседельный штырь).
Рулевой стакан	15–30 %	Фронтальный изгиб, ударные нагрузки	Торможение, преодоление препятствий, наклон корпуса.
Подседельный узел	60–80 % (сидя)	Консольный изгиб, осевое сжатие	Статическая масса райдера в фазе отдыха/стабильного хода.
Дропауты (точки крепления осей)	100 % (суммарно)	Срез, точечное давление	Передача всей массы системы на оси колес.

Следующим этапом нашего исследования стал анализ работы руля в велосипеде.

После изучения плеча рычага и момента силы выяснилось, что:

- ширина руля определяет величину рычага: чем шире руль, тем меньшее усилие требуется приложить велосипедисту для преодоления сопротивления (например, при движении по неровностям), но тем больше амплитуда движения рук для поворота на тот же угол;
- длина выноса: расстояние от оси рулевой колонки до центра руля. Вынос создает дополнительное плечо, которое влияет на радиус дуги, описываемой руками при повороте: короткий вынос, делает управление «острым» и мгновенным, длинный — более плавным и предсказуемым.

Мы выявили, что руль жестко связан с короной вилки через вынос и шток. Геометрически это создает единую плоскость вращения, наклоненную под углом рулевой

колонки. При повороте руля колесо не просто поворачивается в сторону, оно совершает сложное движение, слегка наклоняясь и изменяя высоту передней части рамы.

Что касается взаимодействия с трейлом, то руль является инструментом управления стабилизирующим моментом:

- трейл (плечо обкатки) стремится вернуть колесо в прямое положение;
- руль позволяет вектору приложенной силы преодолеть этот момент для совершения маневра.

Геометрия самого руля включает:

- Backsweep (загиб назад): позволяет кистям находиться в анатомически нейтральном положении, снижая нагрузку на лучезапястный сустав;
- Upsweep (загиб вверх): корректирует высоту хвата относительно плоскости выноса, влияя на распределение веса райдера. Анализ работы руля в велосипеде представлен в таблице 2.

Таблица 2. Анализ работы и геометрической роли руля в велосипеде

Параметр рулевого узла	Геометрическая роль	Механическое влияние	Эффект для управления
Ширина руля	Плечо рычага	Увеличивает момент силы при повороте.	Облегчает удержание курса на неровностях; замедляет реакцию (большая амплитуда рук).
Длина выноса	Радиус вращения	Определяет дугу перемещения рук относительно оси рулевой.	Короткий: мгновенная реакция, «острый» руль. Длинный: стабильность, загрузка переднего колеса.
Подъем	Вертикальный рычаг	Смещает центр тяжести райдера вверх и назад.	Улучшает контроль на спусках; снижает риск перелета через руль.
Изгиб назад	Эргономический угол	Изменяет положение кистей относительно оси выноса.	Снижает нагрузку на запястья; виртуально укорачивает (досягаемость).
Высота проставочных колец	Вертикальная ось	Регулирует высоту точки приложения силы над кареткой.	Высокое положение повышает комфорт; низкое — аэродинамику и точность входа в поворот.

Таким образом, итогом нашей исследовательской работы стал подробный научный анализ геометрии велосипедной конструкции. Мы пришли к выводу, что велосипед — это не просто спортивный инвентарь для отдыха и развлечения, а целый механизм, работа и гео-

метрия которого идеально слажена и спроектирована. Он способен заменить транспорт, выхлопы которого загрязняют и уничтожают нашу планету, и стать по-настоящему экологичным и безопасным способом передвижения в современном мире.

## ЛИТЕРАТУРА:

1. Лопес, Брайан; Маккормак, Ли. Мастерство езды на маунтинбайке / Перевод с английского М: Изд-во SPUR-NIK BOOKS, 2006 г. — 208 стр.
2. Гласкин, Макс. Наука о велосипеде. Как взаимодействуют человек и велосипед / Перевод с английского М: Изд-во Эксмо, 2014 г. — 192 стр.
3. Совндаль, Шеннон. Анатомия велосипедиста / Перевод с английского М: Изд-во Попурри, 2011 г. — 200 стр.
4. Велосипедная математика: от гиперболической геометрии до сверхпроводимости: лекц. цикл / В. А. Тиморин, 2019 г.

## Разработка и создание устройства для измерения ускорения тела на платформе Arduino

*Лукин Дмитрий Александрович, учащийся 9-го класса*

*Научный руководитель: Зубов Максим Сергеевич, учитель информатики  
МАОУ «Многопрофильный лицей № 148 г. Челябинска»*

В рамках школьной программы по физике для 9-го класса изучается тема «Равноускоренное движение». Для лучшего понимания данного физического явления предусмотрено выполнение лабораторной работы. Используя секундомер и наклонную плоскость определенной длины, девятиклассники должны измерить ускорение тела, двигавшегося по прямой.

Мы считаем, что вычислить ускорение тела можно более точно, если делать это автоматически, с помощью специального устройства, которое мы и решили спроектировать.

*Ускорение свободного падения* — это одно из фундаментальных понятий в физике, которое описывает силу притяжения между двумя телами, зависящую от их масс и расстояния между ними. Это ускорение не зависит от скорости тела, и его величина равна  $9,81 \text{ м/с}^2$  на Земле.

Чтобы измерить ускорение тела при прямолинейном равноускоренном движении без начальной скорости, нужно знать, какое расстояние и за какое время оно прошло. Для этого необходимо расположить на известном расстоянии датчики, которые будут сообщать нам о том, что тело прошло определённое расстояние в определённый момент времени.

Реализация этого алгоритма требует особой среды, позволяющей разрабатывать необходимые программы с помощью языков программирования.

Основным элементом нашей установки является микропроцессор — её мозг, устройство, отвечающее за выполнение арифметических, логических действий и операций управления, записанных в машинном коде.

На сегодняшний день одной из самых популярных, доступных, простых, современных систем с микропроцессором является Arduino.

Для написания программы мы использовали онлайн-среду разработки, поддерживающую Arduino. Такой средой выступает Wokwi, которая позволяет в онлайн формате строить электросхему со всеми компонентами во взаимодействии с микропроцессором.

Для проектирования схемы необходимы два датчика и секундомер. Arduino уже имеет встроенный таймер, поэтому остаётся установить два датчика, расположив их на известном расстоянии друг от друга. В качестве верхнего датчика мы будем использовать фототранзистор, в качестве нижнего — пьезодатчик вибрации, расстояние между ними установим один метр.

Проведенное тестирование в эмуляторе Arduino IDE подтвердило правильность работы программы.

На следующем этапе реализации проекта мы изготовили корпус установки. Для этого на основании установили брусок со специальным углублением для крепления двусоставной штанги, а для фиксации верхнего датчика использовали брусок меньшего размера. Затем вставили оптический датчик в рамку и вывели провода. Рамку приклеили к бруску, а все провода убрали в пластиковый корпус (рис. 1). Закрепили брусок с помощью уплотнителя на штанге так, чтобы расстояние от оптического датчика до основания штанги равнялось одному метру. Ниже конца уплотнителя зафиксировали клипсу для удержания датчика. У основания с боковой стороны нижнего бруска разместили пьезоэлемент, заключённый в пластиковый корпус (рис. 2). Внешний вид устройства представлен на рис. 3.

На следующем этапе работы мы собрали электросхему на макетной плате в соответствии с исходной схемой, составленной в симуляторе.

Через порт Micro USB, расположенный на плате Arduino, загрузили программу. Подключили Arduino к источнику питания. Ускорение свободного падения — общеизвестная величина, поэтому с помощью неё можно будет оценить точность нашего прибора.

Проверка показала, что измеренные нами значения близки к общеизвестному, однако погрешность всё равно присутствует.

В процессе развития программной части устройства были реализованы дополнительные функции, расширяющие его возможности и повышающие удобство прове-



Рис. 1. Основание с боковой стороны



Рис. 2. Пьезоэлемент в пластиковом корпусе



Рис. 3. Внешний вид устройства

дения экспериментов, при этом базовый алгоритм измерения ускорения тела не изменялся.

Изначально предполагалось, что расстояние между датчиками будет постоянным и равным одному метру. В доработанной версии программы расстояние между датчиками задаётся программно и хранится в переменной `height_mm`, выраженной в миллиметрах. Значение высоты может изменяться пользователем с помощью двух кнопок — увеличения и уменьшения высоты с заданным шагом.

Данное решение позволяет использовать устройство при различных расстояниях между датчиками без изменения прошивки микроконтроллера, что значительно расширяет область применения прибора и повышает точность экспериментов.

При изменении высоты её текущее значение кратковременно выводится на семисегментный индикатор, после чего индикация автоматически возвращается к основному режиму отображения.

В программе расстояние задаётся в миллиметрах, а время измеряется в миллисекундах, поэтому при вычислениях используется коэффициент перевода единиц измерения, позволяющий выполнять расчёты без применения вещественной арифметики. Это обеспечивает высокую скорость работы программы и стабильность вычислений на микроконтроллере Arduino.

Для повышения наглядности эксперимента и возможности последующей обработки данных в программе реализован вывод результатов измерений в последовательный порт (Serial). После каждого завершённого

измерения автоматически формируется строка данных в табличном виде.

Вывод осуществляется в формате CSV (Comma-Separated Values) с разделителем, что позволяет напрямую открывать полученные данные в табличных редакторах, таких как Microsoft Excel. Нумерация опытов осуществляется автоматически, начиная с первого измерения.

Результатом выполнения данной работы стала разработка и создание устройства для измерения ускорения тела при равноускоренном прямолинейном движении на основе микроконтроллерной платформы Arduino.

В практической части была спроектирована структура устройства и алгоритм его работы. Реализация проекта осуществлялась на платформе Arduino, доступной и удобной для учебного экспериментирования. Были спроектированы электрическая схема устройства и программное обеспечение, отвечающее за корректную работу датчиков, измерение времени движения тела, вычисление ускорения и вывод результатов измерений.

Программная часть устройства позволяет осуществить автоматический запуск и остановку измерения, контроль ошибочных ситуаций, индикацию текущего состояния, а также вычислить ускорение по формуле равноускоренного движения без начальной скорости. Дополнительно в программе реализована возможность изменения расстояния между датчиками, что позволяет проводить эксперименты при различных условиях без перепрограммирования микроконтроллера.

Существенным расширением функционала устройства является реализация протоколирования результатов измерений в последовательный порт в формате CSV. Данное решение позволяет автоматически сохранять данные экспериментов, выполнять их последующую обработку в табличных редакторах и проводить анализ результатов. Реализована автоматическая нумерация опытов, а также возможность очистки таблицы и начала новой серии измерений без перезагрузки устройства.

Проведённые испытания показали, что полученные значения ускорения близки к общеизвестному значению ускорения свободного падения, что подтверждает работоспособность и достаточную точность разработанного устройства. Небольшие отклонения объясняются погрешностями измерения времени, особенностями датчиков и внешними условиями эксперимента.

В процессе выполнения работы были получены практические навыки в области программирования микроконтроллеров, проектирования электрических схем, разработки алгоритмов, работы с измерительными устройствами и обработки экспериментальных данных. Разработанное устройство может быть использовано в учебном процессе при изучении механики, а также может служить основой для дальнейших исследований и усовершенствований, таких как повышение точности измерений, расширение функционала или автоматизация серии экспериментов.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Методика проведения школьного физического эксперимента: 7–11 классы: учеб. пособие / под ред. А. В. Перышкина. — Москва: Просвещение, 2020. — 256 с.: ил.
2. Блум, Дж. Изучаем Arduino: инструменты и методы технического волшебства / Дж. Блум; пер. с англ. — 2-е изд. — Санкт-Петербург: Питер, 2020. — 512 с.: ил.
3. Монк, С. Arduino для начинающих / С. Монк; пер. с англ. — Москва: Эксмо, 2021. — 336 с.: ил.
4. Хоровиц, П., Хилл, У. Искусство схемотехники: в 2 т. Т. 1 / П. Хоровиц, У. Хилл; пер. с англ. — 3-е изд. — Москва: Мир, 2019. — 704 с.: ил.

## Исследование модели акустического холодильника

*Махетов Юрий Алексеевич, учащийся 10-го класса*

Научный руководитель: *Чабаева Елена Владиславовна, учитель физики*  
МАОУ «Многопрофильный лицей № 148 г. Челябинска»

*В работе исследован принцип действия акустического холодильника как экологичной альтернативы традиционным системам охлаждения. Создана экспериментальная модель на основе резонаторной трубы и проведены измерения температурного градиента. Зафиксирован перепад температур около 0,6 °С, рассчитан КПД (2,47 %). Результаты подтверждают работоспособность технологии и её перспективность при дальнейшей оптимизации.*  
**Ключевые слова:** акустический холодильник, термоакустический эффект, звуковая волна, температурный градиент, КПД, экологичное охлаждение.

**С**овременные системы охлаждения широко применяются в быту, промышленности, науке и медицине. Большинство из них основано на исполь-

зовании хладагентов (фреонов), которые, несмотря на высокую эффективность, оказывают негативное воздействие на окружающую среду: разрушают озоновый слой

и способствуют усилению глобального потепления. Даже более экологичные современные хладагенты обладают недостатками, связанными с пожаро- и взрывоопасностью.

В связи с ростом внимания к экологической безопасности актуальным становится поиск альтернативных способов охлаждения [1]. Одним из перспективных направлений является акустическое (термоакустическое) охлаждение, основанное на использовании звуковых волн без применения фреонов и подвижных механических элементов [1].

Цель проекта — исследовать принцип работы акустического холодильника, создать его модель, определить коэффициент полезного действия и оценить перспективы применения акустического охлаждения в сравнении с традиционными холодильными системами.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. изучить историю создания и развития акустических холодильников;
2. рассмотреть физические принципы термоакустического эффекта;
3. разработать экспериментальную модель акустического холодильника;
4. исследовать температурный градиент, возникающий в модели;

5. определить КПД модели и сравнить его с КПД бытовых холодильников.

Основная идея работы заключается в использовании звуковых колебаний для создания направленного теплового потока в газовой среде. В отличие от традиционных холодильников, где тепло переносится за счёт циркуляции хладагента, в акустическом холодильнике роль «насоса» выполняет звуковая волна, вызывающая периодическое сжатие и расширение газа [7, 5]. Это позволяет реализовать охлаждение без применения фреонов, что делает технологию экологически безопасной [3].

В ходе теоретического анализа были рассмотрены основы термоакустики, механизмы образования температурного градиента и влияние параметров системы на эффективность охлаждения [2, 4, 6].

На практическом этапе была собрана модель акустического холодильника, представляющая собой резонаторную трубу с установленным динамиком и теплообменной вставкой (рис. 1, 2). Частота звуковой волны подбиралась с учётом резонансных условий для заданной длины трубы. Теплообменная вставка была размещена на расстоянии одной четверти длины резонатора, что обеспечивает оптимальные условия для переноса тепла.

Проведены измерения температуры в различных частях трубы при работе модели на резонансной частоте.

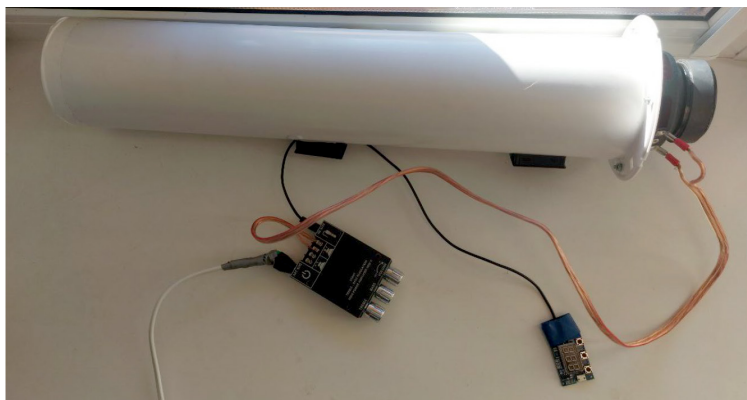


Рис. 1. Модель акустического холодильника



Рис. 2. Теплообменная вставка

Экспериментальные исследования показали, что при работе модели акустического холодильника формируется устойчивый температурный градиент: одна часть резонатора охлаждается, а другая нагревается (рис. 3). За время эксперимента был зафиксирован общий перепад температур около 0,6 °С, что подтверждает проявление термоакустического эффекта.



Рис. 3. Перепад температур, возникающий в результате работы модели акустического холодильника на протяжении 30 секунд

В ходе работы была разработана и исследована модель акустического холодильника, экспериментально подтверждающая возможность охлаждения за счёт звуковых волн. Несмотря на сравнительно низкий КПД, акустическое охлаждение обладает важными преимуществами: экологичностью, отсутствием хладагентов и подвижных компрессоров, а также возможностью примене-

Расчёт коэффициента полезного действия показал, что КПД модели составляет около 2,47 %, что значительно ниже КПД современных бытовых холодильников. Однако полученный результат свидетельствует о принципиальной работоспособности модели и подтверждает перспективность технологии. Низкий КПД объясняется экспериментальным характером установки и отсутствием оптимизации, характерной для промышленных систем.

ния в условиях, где традиционные холодильные системы неэффективны, например в космосе.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о значительном потенциале акустических холодильников и целесообразности дальнейших исследований, направленных на повышение их эффективности и расширение областей практического применения.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Лосев, А. Е. Основы акустотермодинамики и принципы работы акустических холодильников / А. Е. Лосев. — М.: Наука, 2019. — 164 с.
2. Рябцев, В. Н. Физические основы акустического охлаждения / В. Н. Рябцев. — СПб.: Политехника, 2015. — 212 с.
3. Чуриков, В. В. Акустические методы преобразования энергии: учебное пособие / В. В. Чуриков. — М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018. — 120 с.
4. Тимофеев, Д. П. Акустические колебания и звуковые волны: основы теории и применение / Д. П. Тимофеев. — Екатеринбург: УрФУ, 2020. — 198 с.
5. Труды Международной конференции по акустотермодинамике. — М.: МАИ, 2021. — Вып. 12. — С. 45–53.
6. Юрьев, С. А. Применение стоячих звуковых волн для охлаждения замкнутых систем / С. А. Юрьев // Акустический журнал. — 2022. — Т. 68, № 3. — С. 275–282.
7. Garrett, S. L. Thermoacoustic Refrigeration // Physics Today. — 1993. — Vol. 46, № 5. — P. 34–40.

# Модель аэродинамической трубы для испытания форм крыла летательных аппаратов

Никифорова Анна Андреевна, учащаяся 7-го класса

Научный руководитель: Чабаяева Елена Владиславовна, учитель физики  
МАОУ «Многопрофильный лицей № 148 г. Челябинска»

В работе представлена разработка учебной модели аэродинамической трубы для наглядного изучения законов аэродинамики. Проведены эксперименты с моделями крыльев различного профиля, в ходе которых выявлена зависимость отклонения и изменения веса крыла от скорости воздушного потока. Результаты подтверждают основные теоретические положения аэродинамики и демонстрируют образовательную ценность созданной модели.

**Ключевые слова:** аэродинамическая труба, аэродинамика, профиль крыла, подъемная сила, закон Бернулли, эксперимент, учебная модель.

**А**эродинамическая труба является одним из ключевых инструментов в авиации и инженерии. Она позволяет исследовать поведение летательных аппаратов и их элементов в воздушном потоке. Испытания в аэродинамических трубах дают возможность оценить подъемную силу, сопротивление и влияние формы крыла на полётные характеристики без проведения дорогостоящих и сложных натурных испытаний [1].

Создание учебных и демонстрационных моделей аэродинамических труб особенно актуально для образовательных целей. Они позволяют наглядно изучать основные законы аэродинамики и формировать интерес к инженерным и физическим наукам у школьников.

Цель проекта — разработать и изготовить модель аэродинамической трубы и наглядно продемонстрировать процесс обтекания воздухом крыла летательного аппарата.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

1. изучить историю создания и развития аэродинамических труб;
2. рассмотреть области применения аэродинамических труб;
3. изучить влияние формы и профиля крыла на аэродинамические характеристики;
4. разработать и изготовить модель аэродинамической трубы;
5. провести эксперименты по исследованию обтекания крыла воздушным потоком.

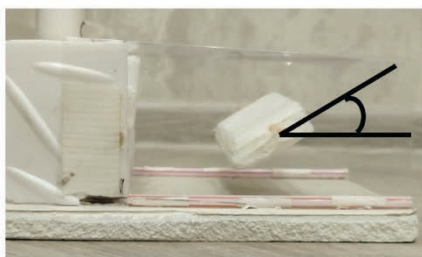
Основная идея проекта заключается в создании простой, наглядной и функциональной модели аэродинамической трубы, позволяющей исследовать влияние формы крыла на его поведение в воздушном потоке [3]. Такая модель даёт возможность визуально и экспериментально подтвердить теоретические положения аэродинамики.

Перед началом изготовления модели мы рассмотрели историю развития аэродинамических труб, принципы их работы и области применения, а также классификацию крыльев летательных аппаратов и влияние профиля крыла на аэродинамические характеристики [4,5,7].

На основе изученного материала была изготовлена конструкция настольной аэродинамической трубы. Она состоит из вентилятора, выпрямляющей решётки и сужающегося канала для формирования устойчивого воздушного потока. Для наблюдений использовались прозрачные стенки трубы. Были изготовлены сменные модели крыльев различной формы и профиля, что позволило провести сравнительные испытания.

В ходе эксперимента мы исследовали поведение модели крыла трапециевидальной формы при воздействии воздушного потока в аэродинамической трубе [7]. Целью было наблюдение зависимости угла отклонения крыла от скорости потока воздуха.

Для проведения опыта использовалась модель аэродинамической трубы и крыло, закреплённое, с одной стороны, на жёстком основании (рисунок 1). При включении воздушного потока крыло подвергалось воздействию аэродинамических сил, вызывающих его отклонение [6].



$v = 3,6 \text{ м/с}$



$v = 3,8 \text{ м/с}$

Рис. 1. Поведение модели крыла трапециевидальной формы при воздействии воздушного потока в аэродинамической трубе

Таким образом, эксперимент подтвердил, что при увеличении скорости воздушного потока крыло трапецевидальной формы испытывает большее отклонение. Полученный результат соответствует теоретическим представлениям об аэродинамических нагрузках на крыло.

Для проведения второго опыта была использована модель аэродинамической трубы, весы и два крыла разной формы: двояковыпуклой симметричной и выпук-

ло-вогнутой. При включении воздушного потока крыло немного отклоняется, а вес уменьшается за счёт обтекания воздухом.

Первая модель крыла (двояковыпуклая симметричная) без потока воздуха весила 3,01 грамма. После включения вентилятора на средней скорости вес изменился до 2,98 грамма. На большой скорости вес составлял 2,95 грамма (рис. 2).

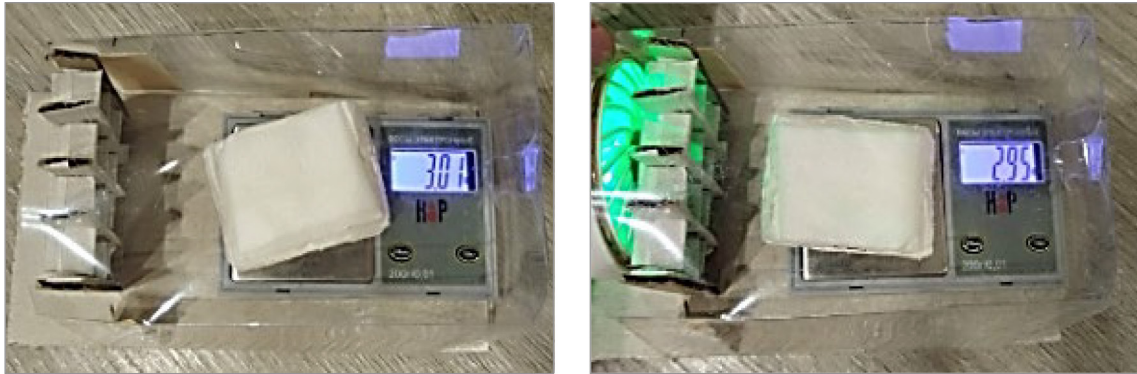


Рис. 2. Изменение веса двояковыпуклого симметричного крыла в воздушном потоке

Вес второй модели выпукло-вогнутого крыла составлял 2,14 грамма. Когда вентилятор начал обдувать

модель на среднем режиме, вес изменился до 2,09 грамм (рис. 3).



Рис. 3. Изменение веса выпукло-вогнутого крыла в воздушном потоке

Исходя из проведенного эксперимента, мы можем сделать вывод, что при увеличении скорости воздушного потока возрастала и подъёмная сила, действующая на крыло. Это связано с тем, что воздух над крылом движется быстрее, чем под ним. Давление сверху становится ниже. Согласно закону Бернулли при увеличении скорости газа его давление уменьшается, что и приводит к возникновению подъёмной силы.

В ходе выполнения проекта была разработана и изготовлена модель аэродинамической трубы, позволяю-

щая проводить наглядные эксперименты по изучению аэродинамических характеристик крыльев летательных аппаратов. Несмотря на ограничения модели, связанные с диапазоном скоростей и отсутствием высокоточных измерительных приборов, она эффективно демонстрирует основные физические принципы аэродинамики.

Проект имеет практическую и образовательную значимость, способствует углублению понимания законов аэродинамики и может использоваться для учебных целей и начальных исследовательских работ.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Костенко И. Настольная аэродинамическая труба для умелых рук. — М.: Машиностроение, 1981. — 112 с.
2. Поуп А., Гойн К. Аэродинамические трубы больших скоростей. — М.: Машиностроение, 1972. — 320 с.
3. Остославский И. В. Аэродинамика самолёта. — М.: Машиностроение, 1980. — 432 с.
4. Аэромеханика и аэродинамика: Научно-популярное издание. — 7-е изд. — М.: Наука, 1989. — 256 с.
5. Майкапар Г. И. Аэродинамика для моделистов / Г. И. Майкапар. — М.: Патриот, 1991. — 191 с.

6. Яковлев В. Ф. Аэродинамика в природе и технике: пособие для учащихся / В. Ф. Яковлев — 2-е изд. — М.: Просвещение, 1988. — 239 с.
7. М. А. Наймарк Аэродинамика вертолётов: Учебное пособие для авиационных специальностей вузов / М. А. Наймарк — М.: Машиностроение, 1984. — 238 с.

## Создание настольной действующей модели ГЭС

*Сурин Александр Сергеевич, учащийся 5-го класса*

Научный руководитель: *Шмонькина Нелла Ивановна, учитель физики*  
МАОУ «Многопрофильный лицей № 148 г. Челябинска»

На территории Саткинского района Челябинской области находится уникальный памятник промышленной архитектуры — комплекс бывшего завода «Пороги». В начале XX столетия это предприятие стало первым в области отечественного производства ферросплавов — добавок, кардинально улучшающих свойства стали. Наиболее технологичным методом получения ферросплавов является электротермия, требующая больших объемов электроэнергии. Обеспечить завод дешевым электричеством в то время было возможно благодаря использованию энергии падающей воды. Для этого необходимо было выбрать такое место, чтобы и месторождение кварцита, исходного сырья для получения ферросилиция, и ферросплавный завод, и гидроэлектростанция находились рядом друг с другом.

С этой задачей отлично справился русский горный инженер Александр Филиппович Шуппе. Для строительства гидроэлектростанции и ферросплавного завода он выбрал самое узкое место долины реки Большая Сатка, зажатой между двумя хребтами Уары и Чулковский. Добывать кварцит предполагалась на этом же Чулковском хребте.

Мне стало интересно, почему для строительства завода «Пороги» и гидроэлектростанции было выбрано именно это место, и какая идея лежала в основе такого инженерного решения.

При изучении данной темы я решил создать действующую модель гидроэлектростанции и самому увидеть, как энергия падающей воды превращается в электричество.

Прежде чем приступить к изготовлению модели, я ознакомился с принципами работы ГЭС.

Гидроэлектростанции (ГЭС) — электростанция, в качестве источника энергии использующая водный поток. На реке строится плотина, которая создает водохранилище; вода по трубам подается сверху вниз с сильным напором; внизу вода попадает на лопасти колеса турбины и вращает ее с большой скоростью; турбина соединена валом (осью) с генератором, который вырабатывает электроэнергию; она идет по проводам и попадает потребителю.

Полученные знания позволили мне нарисовать чертеж моей будущей модели (рис.1).

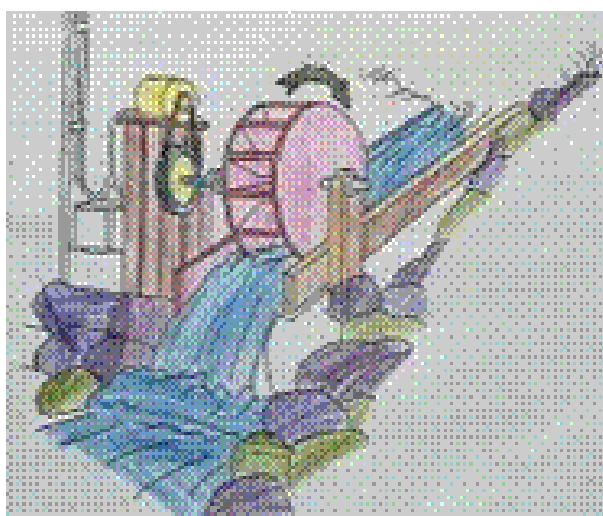


Рис. 1. Чертеж будущей модели

На первом этапе работы над проектом я подобрал весь необходимый материал: фанеру для изготовления основания, колесо турбины, генератор постоянного тока, соединительные провода, алюминиевые ложки, пробки,

светодиодную лампу (4–12 В) и декоративные элементы (макетов домов).

Для изготовления модели я использовал легко вращающееся готовое колесо, на котором закрепил лопасти

и электрические компоненты (генератор, провода, лампочка). Восемь лопастей я прикрепил к колесу с помощью двух винтов, гаек и больших шайб, распределил их по ободу на одинаковом расстоянии (в этом мне помог

подсчёт количества спиц между лопастями) и выровнял по центру. Колесо вращается на подшипниках. Вращение передается через вал, который ременной передачей (в нашей модели леска) связан с генератором (рис. 2).



Рис. 2. Сборка механической части модели

Электрическая часть настольной гидроэлектростанции состоит из генератора, соединительных проводов и светодиодной лампочки. Турбина преобразует механическую энергию воды в энергию вращающегося вала. В модели рабочее колесо турбины взаимодействует с водным пото-

ком, приводится во вращение и вращает вал, на который оно насажено. Основной деталью электрической части является генератор, который вырабатывает электроэнергию. Генератор через выводы с помощью проводов я подключил к лампе для демонстрации выработки тока (рис. 3).



Рис. 3. Монтаж электрической части модели

Испытание модели проходило в школе, над емкостью с использованием душа, который позволяет придать потоку воды нужное направление. При подаче воды на лопатки колеса наблюдалось устойчивое свечение лампы, что доказывает работоспособность модели. Были также сделаны контрольные замеры выходного напряжения (рис. 4).

За время работы над проектом я получил практический навык работы с пилой, дрелью, отверткой, шлифовальным бруском и мультиметром. Создание модели научило меня составлять чертежи, подбирать необходимые материалы и компоненты, планировать работу, применять знания, производить расчеты. С помощью настольной ГЭС можно показать, как через турбину и генератор энергия воды пре-

образуется в электрическую энергию, поэтому нашу модель можно использовать в качестве наглядного пособия на уроках физики, географии, экологии (рис. 5).

Проведенные исследования позволяют сделать вывод, что решение А. Ф. Шуппе построить гидроэлектростанцию в труднодоступном, но стратегически верном месте было блестящим примером инженерной мысли. Это позволило соединить в одной точке сырьевую базу (хромиты, кварциты), энергоресурс (река) и производство (завод). Созданная нами модель наглядно демонстрирует, как энергия воды может быть преобразована в электрическую энергию.



Рис. 4. Испытание модели



Рис. 5. Настольная ГЭС для демонстрации преобразования механической энергии в электрическую

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Генденштейн Л. Э. Физика 7 класс Учебник Ч.2 — М.: Просвещение, 2024. 128 с.
2. Максименко М. О. К вопросу о производстве феррохрома на Урале // Минеральное сырье. — 1926. — № 2.
3. Челябинская область: энциклопедия / гл. ред. К. Н. Бочкарев. — Челябинск, 2008. — Т. 5.

# Спектрометрия тканеподобных веществ по отраженному излучению

*Чешковская Елизавета Кирилловна, учащаяся 11-го класса*

Научный руководитель: *Иголкина Александра Александровна, учитель химии*  
МАОУ «Многопрофильный лицей № 148 г. Челябинска»

*Статья посвящена созданию метода фотодинамической диагностики накопления сенсibilизатора при фотодинамической терапии злокачественных образований.*

**Ключевые слова:** спектрометр, биологическая ткань, фотосенсibilизатор, фотодинамическая терапия, диффузно отраженное излучение.

**В** настоящее время в медицине разрабатывается много новых технологий для лечения злокачественных образований. Одной из таких технологий является фотодинамическая терапия [1]. Суть данного метода заключается во введении в опухоль специального фоточувствительного вещества (фотосенсibilизатора), которое увеличивает поглощение опухолевыми клетками электромагнитного излучения определенного диапазона. Последующее облучение опухоли излучением приводит к появлению в опухоли фотохимической реакции, в результате которой опухолевые клетки разрушаются. Эффективность данного лечения напрямую зависит от интенсивности фотохимической реакции, которая возникает вследствие взаимодействия фотосенсibilизатора и электромагнитного излучения. В настоящее время не существует метода, который бы позволял контролировать качество этой операции, поэтому до сих пор в медицинской практике к фотодинамической терапии относятся настороженно, а некоторые считают эту операцию неэффективной. Все эти опасения и сомнения вполне обоснованы, так как ключевым моментом фотодинамической терапии является накопление фотосенсibilизатора опухолью в достаточной концентрации для запуска фотохимической реакции: чем больше концентрация сенсibilизатора, тем интенсивнее фотохимическая реакция, тем эффективнее разрушение опухоли. Но метода или прибора для контроля концентрации сенсibilизатора в опухоли в процессе проведения операции до сих пор не создано. Поэтому нельзя объективно определить, какие опухоли в достаточном количестве накапливают сенсibilизатор, какое время требуется для накопления сенсibilизатора в опухоли, как быстро сенсibilизатор выводится из опухоли и т. п.

В настоящей работе для решения этих вопросов предлагается использовать спектрометрический метод. Спектрометрические методы являются неинвазивными (то есть не разрушают исследуемый объект), быстрыми (позволяют мгновенно оценить изменения в исследуемом объекте) и очень чувствительными (изменения в состоянии объекта приводят к изменению спектра излучения).

**Целью проекта является** освоение спектрометрических методов для исследования поглотительных способностей биологических тканей по отраженному излучению.

**Для достижения цели были поставлены задачи:** изучить принцип работы со спектрометром Avaspec-2048, а также принципы обработки приборного спектра; создать экспериментальную установку для измерения спектра отраженного излучения от биологических тканей; провести апробацию установки на простейших фантомах биологических тканей.

**Объект исследования:** биологические ткани.

**Предмет исследования:** спектр диффузного отраженного излучения.

**Актуальность:** спектрометрические методы позволяют в «режиме реального времени» неинвазивно контролировать эффективность лечения раковых заболеваний с помощью лазерного излучения.

**Методы исследования:** анализ информационных источников, эксперимент.

**Практическая значимость работы:** полученный метод может быть использован для оценки эффективности процедур фотодинамической терапии для лечения рака.

Спектрометрические методы основаны на регистрации электромагнитного излучения, отраженного или прошедшего сквозь объект. Распределение отраженного и прошедшего излучения сильно зависит от внутренней структуры объекта. Следовательно, знание характеристик этого излучения позволяет получить информацию о внутренней структуре объекта. В настоящее время спектрометрия получила широкое распространение в медицине для диагностики заболеваний и оценки эффективности методик лечения.

Фотодинамическая терапия (ФДТ) — один из современных методов лечения злокачественных заболеваний. Это нехирургический метод лечения опухолей, основанный на селективном накоплении светопоглощающих препаратов (фотосенсibilизаторов) в опухолевой ткани, способных вызывать фотохимические реакции в биологических тканях после облучения светом определенной длины волны.

Применение фотосенсibilизатора (ФС) является ключевым элементом при проведении фотодинамической терапии рака. Фотосенсibilизатор представляет собой химическое вещество, обладающее рядом отличительных свойств. Во-первых, после введения в организм человека эта субстанция в большей степени локализуется в раковых клетках. Во-вторых, при воздействии на сенсibilизированные раковые клетки излучением

определенной длины волны запускается цепочка химических реакций, выходом которой является гибель раковых клеток. Однако заранее точно не известно, когда именно ФС заданной концентрации накопится в опухоли, так как в этом случае весомую роль играют химико-биологические процессы организма. Поэтому очень важным моментом для успешного проведения операции является мониторинг содержания фотосенсибилизатора в раковой опухоли, что эффективно решается методами спектрального анализа вещества.

Фотодинамическая терапия выгодно отличается от других методов лечения своей избирательностью воздействия, отсутствием тяжелых последствий и осложнений, возможностью многократного повторения процедуры лечения.

Основной принцип спектрометрических методов заключается в измерении характеристик излучения, прошедшего через объект или отразившегося от него, с последующей обработкой этих данных и получением информации о внутренней структуре объекта. В результате работы спектрометра падающее на него излучение раскладывается в спектр, то есть наблюдается зависимость определенной характеристики излучения от длины волны.

Следовательно, по особенностям распределения прошедшего и диффузно отраженного излучения можно получить необходимую информацию. В частности, следует ожидать, что введение фотосенсибилизатора, увеличивающего поглощательную способность биологической ткани, скажется на спектре этого излучения: чем больше поглощение, тем меньше интенсивность диффузно отраженного и прошедшего излучения.

В настоящей работе для измерения спектров излучения использовался спектрометр Avaspec-2048 (Нидерланды). Спектральный диапазон этого прибора — 200–1100 нм (то есть спектр включает ультрафиолетовый, видимый, ближний инфракрасный диапазон).

В ходе работы была создана экспериментальная установка для исследования зависимости спектров диффузно отраженного излучения.

Для исследования возможности применения спектра диффузно отраженного излучения для динамики накопления фотосенсибилизатора эксперимент проводился в два этапа.

На первом этапе отработывалась методика измерений на подобном фотосенсибилизатору веществе. В качестве этого вещества был выбран раствор хлореллы. Этот выбор неслучаен. В настоящее время большое практическое применение для проведения фотодинамической терапии получили фотосенсибилизаторы хлоринового ряда (Ра-

дахлорин, Фотодитазин, Фотолон [5]). Сырьем для всех этих сенсibilизаторов является хлорофилл. Хлорофилл обладает двумя пиками поглощения в синей и красной области спектрального диапазона. Но для биологических тканей синий свет является малопроникающим, поэтому, несмотря на большой пик поглощения, в медицинской практике используется активация фотосенсибилизатора красным светом. Красный пик хоть и небольшой по сравнению с синим, но красный свет глубоко проникает в биологические ткани и, следовательно, может в большем объеме опухоли вызывать фотохимические реакции.

С увеличением содержания воды, следовательно, уменьшением концентрации поглотителя (фотосенсибилизатора), увеличивается вероятность рассеяния излучения и, как следствие, увеличивается доля диффузно отраженного излучения.

Следующий этап эксперимента заключался в исследовании спектра реального сенсibilизатора. В качестве сенсibilизатора в работе использовался «Фотолон» (РУП «Белмедпрепараты», Республика Беларусь).

В ходе работы обратили внимание на то, что спектры по интенсивности значительно отличаются. В соединении с белком Фотолон активно поглощает, поэтому это существенно влияет на спектр прохождения. В спирте пик сдвигается в «красную» область спектра, так называемый «red shifting» эффект.

В работе представлены спектры диффузно отраженного излучения Фотолон разной концентрации, растворенного в воде. Точно вычислить изменение концентрации не удалось из-за нехватки чувствительности электронных весов. Но даже качественное сравнение графиков показывает высокую чувствительность диффузно отраженного излучения к изменению концентрации сенсibilизатора.

В результате выполнения настоящей работы освоены спектрометрический метод исследования тканеподобных структур и принципы обработки спектра. Создана экспериментальная установка для измерения спектра отраженного излучения биологических тканей. Исследованы спектры излучения для хлорофилл содержащих веществ: хлореллы и фотосенсибилизатора «Фотолон». Получена динамика изменения спектра отраженного излучения. Показано, что спектрометрические методы очень чувствительны даже к малым изменениям концентрации поглотителя излучения. Следовательно, полученный метод может быть использован для оценки эффективности процедур фотодинамической терапии в лечении злокачественных образований.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Privalov V. A., Lappa A. V., Seliverstov O. V., Faizrakhmanov A. B., Yarovoy N. N., Kochneva E. V., Evnevich M. V., Anikina A. S., Reshetnicov A. V., Zalevsky I. D., Kemov Y. V. "Clinical Trials of a New Chlorin Photosensitizer for Photodynamic Therapy of Malignant Tumors", In: Optical methods for Tumor Treatment and Detection: Mechanisms and Techniques in Photodynamic Therapy XI, T. J. Dougherty, Editor, Proceedings of SPIE Vol. 4612, pp.178–189, 2002.
2. Тучин, В. В. Оптика биологических тканей. Методы рассеяния света в медицинской диагностике: пер. с англ. / В. В. Тучин. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012. — 811 с.
3. Паллиативная фотодинамическая терапия в онкологии [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://med-ica24.ru/zdorovyj-obraz-zhizni/meditsinskij-spravochnik/palliativnaya-fotodinamicheskaya-terapiya-v-onkologii>.

4. Оптическая спектроскопия [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://present5.com/opticheskaya-spek-troskopiya-solnechnyj-spektr-s-nizkoj-dispersiej/>.
5. Решетников, А. В. Фотосенсибилизаторы в современной клинической практике (обзор). [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://milon.ru/index.phtml?tid=198>.
6. Процесс фотосинтеза в листьях растений [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://libtime.ru/agro/process-fotosinteza-v-listyax-rastenij.html>.

## Создание прототипа универсального щита

*Яременко Георгий Викторович, учащийся 10-го класса*

**Научный руководитель: Филиппова Валентина Вячеславовна, учитель физики**

МОУ «Магнитогорский городской многопрофильный лицей при Магнитогорском государственном техническом университете им. Г. И. Носова» (Челябинская область)

**В** современном мире растёт потребность в многофункциональном защитном снаряжении, применимом не только в военной сфере, но и в гражданских условиях — при чрезвычайных ситуациях, в туризме и спасательных операциях. Разработка универсальной конструкции из доступных материалов позволяет создать устройство, способное заменить несколько видов снаряжения одновременно. Это делает проект востребованным как для профессионалов, так и для обычных людей в экстремальных условиях.

В своей работе я хочу поделиться опытом создания прототипа щита, конструкция которого позволяет адаптировать его под различные сферы применения и типы активности.

На первом этапе работы мне необходимо было решить несколько задач: выбрать материалы для изготовления щита, определить необходимое число слоев материала и их последовательность, произвести необходимые расчеты.

Для того, чтобы выполнять свою основную, защитную функцию, щит должен выдерживать определенные виды нагрузок и иметь оптимальный вес.

Для изготовления прототипа щита я выбрал следующие материалы: пластик, сталь и стекловолокно. Каждый из этих материалов обладает своими свойствами, сочетание которых, на мой взгляд, может обеспечить максимальную защиту.

Для определения оптимального количества слоев для моего будущего изделия я провел анализ выбранных материалов и пришел к выводу, что щит будет иметь четыре слоя. Первый слой — сталь — затупляет ударник и распределяет нагрузку. Пластик в середине — вязко поглощает основную энергию. Стекловолокно перед тыловой сталью — финальный жёсткий барьер с высокой прочностью на срез. Сталь сзади — ловит осколки и даёт опору. Такой порядок слоев можно считать оптимальным, так как он обеспечивает выполнение необходимых функций: затупление → вязкое поглощение → твёрдый барьер → фиксация.

На следующем этапе работы я произвел расчеты максимальной кинетической энергии, которую способна выдержать конструкция.

При пробитии каждого слоя совершается работа по преодолению силы сопротивления на пути, равном тол-

щине слоя. Считая, что сила постоянна и равна на протяжении всего слоя, работа по разрушению каждого слоя:

$$E_i = F_i \cdot h_i.$$

Тогда полная работа, необходимая для сквозного пробития всех четырёх слоёв (т. е. энергия, которую должен иметь ударник для полного пробития), равна сумме работ по каждому слою:

$$E_{\text{полн}} = \sum_{i=1}^4 F_i = \sum_{i=1}^4 F_i \cdot h_i.$$

Вычислим каждую работу:

— Слой 1:  $E_1 = 7693 \text{ Н} \cdot 0,001 \text{ м} = 7,693 \text{ Дж}$ .

— Слой 2:  $E_2 = 5275 \text{ Н} \cdot 0,008 \text{ м} = 42,2 \text{ Дж}$ .

— Слой 3:  $E_3 = 82425 \text{ Н} \cdot 0,015 \text{ м} = 1236,4 \text{ Дж}$ .

— Слой 4:  $E_4 = 7693 \text{ Н} \cdot 0,001 \text{ м} = 7,693 \text{ Дж}$ .

Суммируем:

$$E_{\text{полн}} = 7,693 + 42,2 + 1236,4 + 7,693 = 1294 \text{ Дж (с округлением)}.$$

Таким образом, максимальная кинетическая энергия, которую способна поглотить конструкция без сквозного пробития (ударник остановится внутри, не пройдя все слои), равна 1294 Дж. Это соответствует, например, энергии пули массой 10 г, летящей со скоростью около 509 м/с.

Расчеты показали, что выбор класса защиты — это всегда компромисс: чем выше уровень, тем тяжелее и дороже броня. Удобство брони, ее долговечность и устойчивость к внешним факторам напрямую зависит от применяемых материалов. Даже если броня не пробивается, то необходима хорошая система амортизации, так как удар может причинить вред.

Процесс создания прототипа щита начался с разработки схемы (рис.1). Рассчитав размеры будущей конструкции, я приступил к работе с материалами.

В первую очередь из листа оцинкованной стали толщиной 1 мм я вырезал по размерам лицевую часть щита. Для придания жесткости всей конструкции был изготовлен металлический каркас. Соединения ребер жесткости между собой осуществлялось с помощью сварки.

Второй слой щита я изготовил из сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ). Вырезанные пластиковые заготовки я закрепил в каркасе с помощью термоклея.

Для изготовления третьего защитного слоя я использовал арамидные волокна. После раскроя стекло-

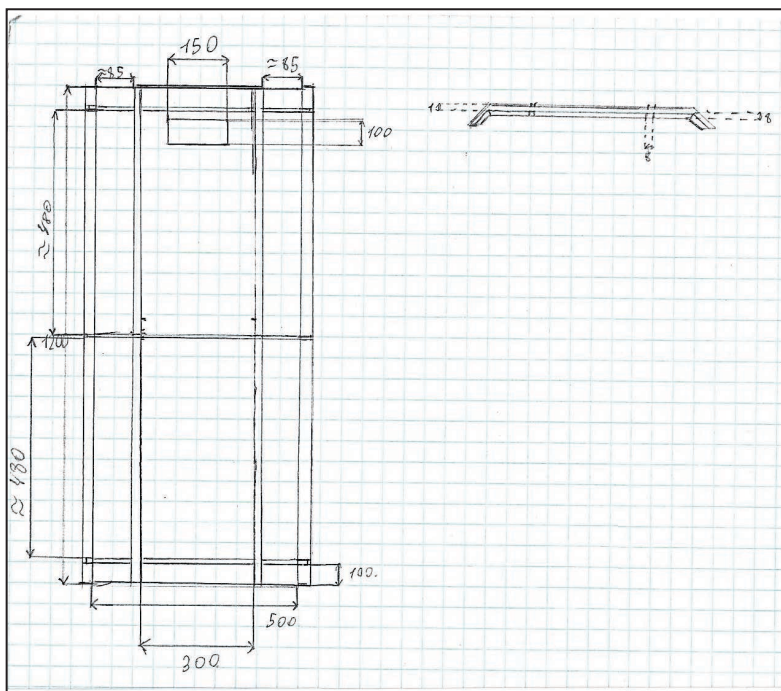


Рис. 1. Схема щита

волокна согласно размерам, полученная заготовка была прошита тканью по периметру. В полученных слоях я проделал отверстие размером 150x100 мм, с помощью лобзика — в пластике, и угловой шлифовальной машины — в металле.

Для плотного стягивания всех защитных слоев я решил использовать болтовое соединение. Для этого я просверлил в полученной конструкции 10 отверстий для болтов.

Для последнего слоя я также использовал оцинкованную сталь. После чего, используя болтовое соедине-

ние, я завершил сборку конструкции. Для покраски щита была выбрана краска оливкового цвета. По периметру щит был обклеен резиной, а в подготовленное отверстие вставлено оргстекло (рис. 2).

Для удобства фиксации щита на плечах на внутренней его части предусмотрена система ремней из брезентовой ткани (рис. 3).

Разработанный прототип универсального щита может быть использован по прямому назначению в армейских и силовых структурах, в туризме — в качестве лежака или части палатки, в службе спасения как носилки.



Рис. 2. Лицевая часть универсального щита



Рис. 3. Внутренняя часть универсального щита

Для удобства фиксации щита на плечах на внутренней его части предусмотрена система ремней из брезентовой ткани (рис. 3).

Разработанный прототип универсального щита может быть использован по прямому назначению в армейских и силовых структурах, в туризме — в качестве лежака или части палатки, в службе спасения как носилки.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Свойства сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ, УНМВПЭ) [Электронный ресурс] // PE1000.ru: все о полимерах. — Режим доступа: <https://www.pe1000.ru/svoystva.html> (дата обращения: 16.03.2026).
2. Юров Д. Секрет неуязвимости: как создается штурмовая броня для спецназа. / Д. Юров [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://tvzvezda.ru/news/201602220824-8ctu.htm> (дата обращения: 16.03.2026).



# Юный ученый

Международный научный журнал  
№ 5.1 (101.1) / 2026

Ответственный за спецвыпуск  
Городничева Елена Владиславовна, методист, Центр технического творчества детей «НОВАпарк»  
Выпускающий редактор Г. А. Письменная  
Ответственные редакторы Е. И. Осянина, О. А. Шульга, З. А. Огурцова  
Художник Е. А. Шишков  
Подготовка оригинал-макета П. Я. Бурьянов

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.  
Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.  
При перепечатке ссылка на журнал обязательна.  
Материалы публикуются в авторской редакции.

Журнал размещается и индексируется на портале eLIBRARY.RU, на момент выхода номера в свет журнал не входит в РИНЦ.

Свидетельство о регистрации СМИ ПИ № ФС77-61102 от 19 марта 2015 г. выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)

Учредитель и издатель: ООО «Издательство Молодой ученый». 420029, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.  
Номер подписан в печать 18.05.2026. Дата выхода в свет: 21.05.2026.  
Формат 60 × 90/8. Основной тираж номера: 500 экз., фактический тираж спецвыпуска: 40 экз. Цена свободная.

Почтовый адрес редакции: 420140, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Юлиуса Фучика, д. 94А, а/я 121.  
Фактический адрес редакции: 420029, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.  
E-mail: [info@moluch.ru](mailto:info@moluch.ru); <https://moluch.ru/>  
Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», 420029, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.